



**University of
Zurich**^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
University Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2015

Zustand der Biodiversität in der Schweiz 2014

Fischer, Markus ; et al

Abstract: 35 wissenschaftliche Institutionen (Universitäten und ETH, Forschungsanstalten und Fachhochschulen, Datenzentren zur Schweizer Flora und Fauna, Naturmuseen, Botanische Gärten und Zoos) unter der Federführung des Forum Biodiversität Schweiz legen mit diesem Bericht die Zahlen zum Zustand der Biodiversität in 2014 in der Schweiz vor. Die Analyse der 43 Fachpersonen zeigt: Die Anstrengungen der letzten Jahrzehnte für die Erhaltung unserer biologischen Vielfalt haben zwar Wirkung erzielt; sie konnten aber mit den anhaltenden oder gar weiter zunehmenden Bedrohungen nicht Schritt halten. Sollen Biodiversität und Ökosystemleistungen erhalten bleiben, müssen alle Gesellschaftsbereiche aktiv werden. Politik, Wirtschaft, Bund, Kantone, Gemeinden und Privathaushalte haben es in der Hand, die Natur als wertvolles Kapital zu bewahren.

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-110533>

Published Research Report

Published Version

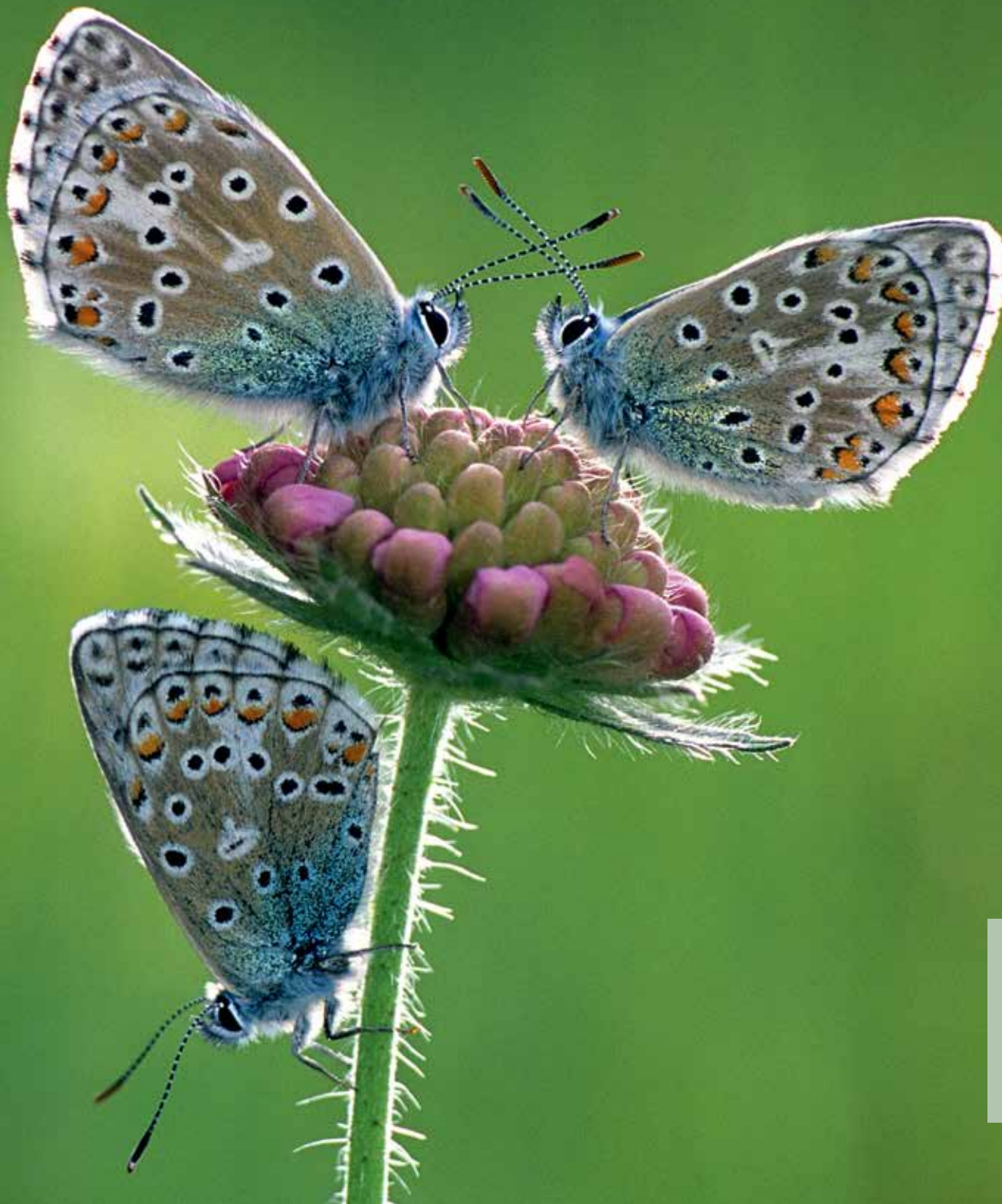
Originally published at:

Fischer, Markus; et al (2015). Zustand der Biodiversität in der Schweiz 2014. Bern: Forum Biodiversität Schweiz.



Zustand der Biodiversität in der Schweiz 2014

Die Analyse der Wissenschaft



Die Fotos in diesem Bericht zeigen Beispiele des verbliebenen Naturkapitals in der Schweiz. Nur wenige Aufnahmen stammen aus dem intensiv genutzten Mittelland, wo in den letzten 100 Jahren die grössten Biodiversitätsverluste zu verzeichnen waren.

Zustand der Biodiversität in der Schweiz 2014

sc | nat

Science and Policy
Platform of the Swiss Academy of Sciences
Swiss Biodiversity Forum



Universität
Zürich^{UZH}
Institut für Evolutionsbiologie und
Umweltwissenschaften
Institut für Systematische Botanik

eawag
aquatic research



Botanisches Institut
Institut für Natur-, Land-
schafts- und Umweltschutz

UNI
FR
UNIVERSITÉ DE FRIBOURG
UNIVERSITÄT FREIBURG



Unil
UNIL | Université de Lausanne
Département d'écologie et évolution
Institut des dynamiques de
la surface terrestre (IDYST)

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope



hepia
Haute école du paysage, d'ingénierie
et d'architecture de Genève

unine
UNIVERSITÉ DE
NEUCHÂTEL
Institut für Biologie

m^{séum}
genève



FiBL
EXCELLENCE FOR SUSTAINABILITY



SWISSLICHENS
SWISSFUNGI



Verband der naturwissenschaft-
lichen Museen und natur-
wissenschaftlichen Sammlungen
der Schweiz und Liechtensteins



HSR
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPPERSWIL
HNO Fachhochschule Ostschweiz
Institut Landschaft und Freiraum

Impressum

Autorinnen und Autoren

Markus Fischer^{1,2}, Florian Altermatt^{3,4}, Raphaël Arlet-taz^{5,6,13}, Béla Bartha⁷, Bruno Baur⁸, Ariel Bergamini⁹, Louis-Félix Bersier¹⁰, Simon Birrer^{6,13}, Veronika Brau-nisch⁵, Peter Dollinger¹¹, Stefan Eggenberg^{12,13}, Yves Gonseth^{13,14}, Antoine Guisan^{15,16}, Jodok Guntern¹, Heinz Gutscher¹, Felix Herzog¹⁷, Jean-Yves Humbert⁵, Mar-kus Jenny^{6,13}, Gregor Klaus¹, Christian Körner¹⁸, Hubert Krättli^{13,19}, Meinrad Küchler⁹, Thibault Lachat⁹, Catherine Lambelet-Haueter²⁰, Yves Leuzinger²¹, Peter Linder²², Edward A.D. Mitchell²³, Pascal Moeschler^{13,24,25}, Gilberto Pasinelli^{6,13}, Daniela Pauli¹, Lukas Pfiffner²⁶, Christophe Praz²³, Christian Rixen²⁷, Alex Rübel²⁸, Urs Schaffner²⁹, Christoph Scheidegger⁹, Hans Schmid^{6,13}, Norbert Schnyder^{13,22,30}, Beatrice Senn-Irlet^{9,13,31}, Jürg Stöcklin¹⁸, Silvia Stofer^{9,13,32}, Thomas Walter¹⁷, Silvia Zumbach^{13,33}

- ¹ Forum Biodiversität Schweiz, SCNAT, Bern
- ² Institut für Pflanzenwissenschaften und Botanischer Garten, Universität Bern
- ³ Institut für Evolutionsbiologie und Umweltwissen-schaften, Universität Zürich
- ⁴ Eawag: Das Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs
- ⁵ Institut für Ökologie und Evolution, Universität Bern
- ⁶ Schweizerische Vogelwarte Sempach
- ⁷ ProSpecieRara
- ⁸ Institut für Natur-, Landschafts- und Umweltschutz, Universität Basel
- ⁹ Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL
- ¹⁰ Departement Biologie, Einheit Ökologie und Evoluti-on, Universität Freiburg
- ¹¹ zooschweiz – Verein wissenschaftlich geleiteter zoo-logischer Gärten in der Schweiz
- ¹² Info Flora – Das nationale Daten- und Informations-

zentrum der Schweizer Flora

- ¹³ Info Species – Verbund der Schweizer Datenzentren für Fauna, Flora und Kryptogamen
- ¹⁴ CSCF – Info Fauna – Centre Suisse de Cartographie de la Faune
- ¹⁵ Département d'écologie et évolution, Université de Lausanne (DEE)
- ¹⁶ Institut des dynamiques de la surface terrestre (IDYST), Université de Lausanne
- ¹⁷ Agroscope – Kompetenzzentrum des Bundes für landwirtschaftliche Forschung
- ¹⁸ Botanisches Institut, Universität Basel
- ¹⁹ Schweizerische Koordinationsstelle für Fledermaus-schutz
- ²⁰ Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève
- ²¹ hepia – Haute école du paysage, d'ingénierie et d'ar-chitecture de Genève
- ²² Institut für Systematische Botanik, Universität Zürich
- ²³ Institut für Biologie, Universität Neuchâtel
- ²⁴ Muséum d'histoire naturelle de la Ville de Genève
- ²⁵ Centre de coordination ouest pour l'étude et la pro-tection des chauves-souris
- ²⁶ FiBL – Forschungsinstitut für biologischen Landbau
- ²⁷ WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos
- ²⁸ Zoo Zürich, Zürich
- ²⁹ CABI Switzerland
- ³⁰ NISM – Datenzentrum Moose Schweiz
- ³¹ SwissFungi – Nationales Daten- und Informations-zentrum der Schweizer Pilze
- ³² SwissLichens – Nationales Daten- und Informati-onszentrum der Schweizer Flechten
- ³³ karch – Koordinationsstelle für Amphibien- und Rep-tilienschutz in der Schweiz

Informationen zu den herausgebenden Institutionen: siehe S. 89–90

Mit Anregungen von

Alfred Brülisauer, David Jenny, Christian Preiswerk, Jean-Pierre Sorg, Ekkehard Stürmer, Maria von Ballmoos

Konzept und Redaktion

Gregor Klaus und Daniela Pauli

Zitierweise

Fischer M. et al. (2015): Zustand der Biodiversität in der Schweiz 2014. Hrsg.: Forum Biodiversität Schweiz et al., Bern.

Produktion

Layout: E. Schreier, Basel; Umschlag I. Curti, Basel
Druck: PrintMediaWorks, Schopfheim (D)
Bindung: Walter Industriebuchbinderei, Heitersheim (D)
Papier: Bilderdruck Allegro, 150/300g/qm², 100% PEFC

Fotos

Liste der Fotografen siehe Seiten 91–92

Bezug und Kontaktstelle

Forum Biodiversität Schweiz
Wissenschaftliches Kompetenzzentrum
für biologische Vielfalt
Akademie der Naturwissenschaften (SCNAT)
Laupenstrasse 7, CH-3008 Bern
biodiversity@scnat.ch
www.biodiversity.ch

Diese Publikation ist auch auf Französisch erhältlich:
ISBN 978-3-033-04985-7

Deutschsprachige Version:
ISBN 978-3-033-04984-0

Inhalt

7	Das Wichtigste in Kürze	16	Gewässer
9	Biodiversität erhalten – Lebensgrundlagen sichern	24	Moore
11	Die Stimme der Forschung	32	Agrarland
13	Zustand der Biodiversität	42	Wald
13	Artenvielfalt in der Schweiz	50	Alpiner und subalpiner Lebensraum
15	Lebensräume in der Schweiz	58	Siedlungen
67	Die globale Verantwortung der Schweiz		
69	Ursachen der aktuellen Biodiversitätskrise in der Schweiz		
73	Politik, Wirtschaft und Gesellschaft haben es in der Hand		
77	Literatur		
89	Herausgeber		
91	Fotonachweise		



Wissenschaft in grosser Sorge

Der vorliegende Bericht ist eine wissenschaftliche Gesamtschau zum Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Sie zeigt, dass die Anstrengungen der letzten Jahrzehnte Wirkung erzielt haben, aber mit den anhaltenden oder gar weiter zunehmenden Bedrohungen nicht Schritt halten konnten. Der Rückgang wertvoller Lebensräume und prioritärer Arten liess sich zum Teil verlangsamen oder in einzelnen Fällen stoppen, doch dauern die Biodiversitätsverluste an, ja haben sich in einigen Bereichen sogar noch verstärkt. Die Sachverständigen kommen deshalb zum Schluss, dass der Handlungsbedarf in der Schweiz gross ist, soll das Naturkapital unseres Landes langfristig erhalten bleiben.

Dieses Naturkapital ist die Basis unseres Lebens. Dessen Verlust droht unsere Lebensqualität und diejenige zukünftiger Generationen einzuschränken. Denn intakte Ökosysteme erbringen zahlreiche Leistungen, von denen die gesamte Gesellschaft profitiert. Diese Leistungen sind mit einer degradierten Biodiversität nicht mehr garantiert. Was werden die nachfolgenden Generationen denken, wenn sie in 50 Jahren die vorliegende Publikation lesen? Dass die Wissenschaft zwar mit Nachdruck auf die Biodiversitätskrise hingewiesen hat, dass aber nichts dagegen unternommen wurde?

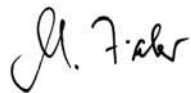
Der anhaltende negative Trend zeigt, dass die biologische Vielfalt nicht mit kleinen Schritten erhalten und gefördert werden kann. Es gilt, die biologische Vielfalt besser zu schützen und bei allen Aktivitäten stärker zu berücksichtigen. Dazu sind ein markanter Verhaltenswandel sowie ein koordiniertes Vorgehen von Seiten der Politik, der Wirtschaft und der Gesellschaft notwendig – nicht irgendwann, sondern jetzt.

Die Erhaltung des verbliebenen Naturkapitals allein reicht allerdings nicht; in vielen Fällen muss es wieder aufgestockt werden, damit es auch zukünftige Generationen nutzen können. Die Aufwertung der Ökosysteme und die damit verbundene Förderung der Ökosystemleistungen ist eine Aufgabe aller Ebenen des Staates und der Zivilgesellschaft, aller Sektoren und der ganzen Bevölkerung. Und sie wird nicht gratis zu haben sein. Das dafür notwendige Geld ist gut angelegt: Es geht um nicht weniger als um unsere Lebensgrundlage. Mit jedem Jahr, das wir warten, werden die Kosten noch viel grösser.

Die hier präsentierten Fakten zeigen, dass die Biodiversität in der Schweiz in einem unbefriedigenden Zustand ist. Es gibt aber auch Grund zur Hoffnung: Für alle Sektoren werden in diesem Bericht lokale und regionale Beispiele aufgeführt, wo Biodiversität erfolgreich erhalten und gefördert wird. Es gibt fast immer Lösungsmöglichkeiten: Win-win-Strategien, von denen die Wirtschaft, die Gesellschaft und die Natur profitieren.

Das Wissen zum Zustand der Biodiversität und zu den Massnahmen, die nötig sind, ist weitgehend vorhanden; was jetzt noch fehlt, ist der politische Wille, sich unverzüglich um die Erhaltung unserer Lebensgrundlage zu kümmern.

Prof. Dr. Markus Fischer
Präsident Forum Biodiversität Schweiz





Das Wichtigste in Kürze

Der Bericht gibt einen Überblick über den Zustand der Biodiversität in der Schweiz im Jahr 2014. Wichtige Institute und wissenschaftsnahe Einrichtungen in der Schweiz, die zum Thema Biodiversität forschen, haben ihre Daten und ihr Wissen zusammengetragen und ziehen daraus mehrere Schlussfolgerungen:

- ▶ Die Schweiz ist aufgrund ihrer Topographie, der grossen Höhenunterschiede und der Lage im Herzen Europas ein Land mit einer reichen biologischen Vielfalt. In den letzten 100 Jahren haben wir allerdings massive Verluste an Biodiversität erlitten. Der Anteil intakter, naturnaher Flächen ist im Schweizer Mittelland und in den Tallagen der Berggebiete auf einem bedenklich tiefen Niveau angelangt. Die Bestände vieler Arten sind auf ein tiefes Niveau zurückgegangen; das langfristige Überleben dieser Arten ist nicht gesichert.
- ▶ Die bisher ergriffenen Massnahmen zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität in der Schweiz haben dazu beigetragen, dass die Lage der biologischen Vielfalt in der Schweiz nicht noch viel schlechter ist; sie reichen aber bei weitem nicht aus. Ohne massive zusätzliche Anstrengungen werden die Verluste (ausgehend vom bereits äusserst tiefen Niveau) landesweit weiter fortschreiten. Starke Verluste gibt es heute insbesondere in den tieferen und gut erreichbaren Lagen der Berggebiete. Die Entwicklung dort erinnert an die Verluste im Mittelland seit Mitte des letzten Jahrhunderts.
- ▶ Ökosysteme liefern – effizient und kostengünstig – Produkte und Dienstleistungen, von denen die ganze Gesellschaft profitiert. Doch viele Ökosysteme sind bereits dermassen geschädigt, dass ihre Fähigkeit, wertvolle und lebenswichtige Leistungen für die Menschen bereitzustellen, drastisch eingeschränkt ist (z.B. Kohlenstoffspeicherung oder Erholungsfunktion). Dies ist umso bedenklicher, als mit den zu erwartenden klimatischen Veränderungen vermehrt auch Extremereignisse abgepuffert werden müssen.
- ▶ Sachverständige schätzen, dass in der Schweiz eine Verdoppelung der aktuellen Fläche wichtiger Lebensräume notwendig ist, um die Biodiversität und die Ökosystemleistungen langfristig zu erhalten.
- ▶ Benötigt wird nicht nur eine funktionsfähige ökologische Infrastruktur aus Schutz- und Vernetzungsgebieten, entscheidend ist auch eine «biodiversitätsfreundliche» Flächennutzung in allen relevanten Sektoren sowie eine spezifische Artenförderung für jene prioritären Arten, die auf zusätzliche Massnahmen angewiesen sind. Nur mit ausreichenden, stufengerechten Massnahmen lässt sich die ökologische Qualität aller Lebensräume erhöhen und damit auch deren Ökosystemleistungen fördern.
- ▶ Die Erhaltung und Förderung der Biodiversität ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe. Konsum, Land-, Wald- und Energiewirtschaft, Verkehr, Raumplanung, Jagd und Fischerei, Wasser- und Siedlungsbau, Tourismus, Forschung und Bildung sowie die Privatwirtschaft spielen eine wesentliche Rolle. Dabei kann die Erhaltung und Förderung der Biodiversität in vielen Fällen sehr gut in bestehende Programme integriert werden.
- ▶ Der Handlungsbedarf ist ausgewiesen, die wirkungsvollen Massnahmen sind bekannt. Politik und Gesellschaft haben es nun in der Hand, die richtigen Entscheidungen zu treffen und damit das Wohlergehen auch für die nächsten Generationen zu sichern.



«Ich liebe es, ein weites Spektrum von Arten und Lebensräumen zu sehen. Es ist eine ästhetische Erfahrung, und es ist schwer zu definieren, was der Unterschied zwischen ästhetisch und spirituell ist.»

Michael Soulé, Prof. em., Mitbegründer der Wissenschaftsdisziplin Conservation Biology

«Die Biodiversität in all ihren Dimensionen – Qualität, Quantität und Vielfalt der Ökosysteme, Arten und Gene – muss nicht nur aus gesellschaftlichen, ethischen oder religiösen Gründen erhalten werden, sondern auch im Sinne des wirtschaftlichen Nutzens für heutige und künftige Generationen. Erstrebenswert ist daher eine Gesellschaft, die ökonomisch verantwortlich mit ihrem natürlichen Kapital umgeht.»

TEEB – Eine globale Studie zur Ökonomie von Ökosystemen und Biodiversität [40]

Biodiversität erhalten – Lebensgrundlagen sichern

Biodiversität ist die Vielfalt des Lebens auf unserem Planeten. Sie umfasst den Artenreichtum von Tieren, Pflanzen, Pilzen und Mikroorganismen, die Vielfalt innerhalb der Arten (genetische Variation), die Vielfalt der Lebensräume sowie die Vielfalt der Wechselwirkungen innerhalb und zwischen diesen Ebenen. Die folgenden Zahlen geben einen Eindruck des grossen, aber gefährdeten Naturkapitals in der Schweiz.

- Neben dem Menschen leben nachweislich 45 000 weitere Arten in der Schweiz. Darunter sind rund 100 Arten, deren Verbreitungsgebiet vollständig oder grösstenteils in der Schweiz liegt [1]. Die Vielfalt der Bodenlebewesen ist noch weitgehend unbekannt [2, 3].
- Die Schweiz zählt 235 verschiedene Lebensraumtypen. Zu verdanken hat sie diesen Reichtum unter anderem den beachtlichen Höhengradienten, der geologischen Vielfalt und dem über lange Zeit traditionell bewirtschafteten Kulturland [4].
- Die Genbank der Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW umfasst derzeit das Saatgut von fast 12 000 Sorten unterschiedlicher Nutzpflanzenarten, unter anderem Saatgut von Getreide, Gemüse und Futterpflanzen [5].

Es gibt zahlreiche ökologische, ethische, ästhetische, psychologisch-soziale und wirtschaftliche Gründe, weshalb wir die Biodiversität schützen und fördern müssen. Nur schon aus Respekt vor der mehrere Milliarden Jahre währenden Evolution ist die Biodiversität, wie wir sie heute vorfinden, schützenswert – ganz unabhängig davon, ob der Mensch von ihr profitiert oder nicht [6]. Der Entstehung und Vielfalt des Lebens auf der Erde sollten wir mit grösstem Respekt begegnen und dafür sorgen, dass das Potenzial für die Weiterentwicklung dieser Vielfalt bewahrt bleibt.

Gleichzeitig ist Biodiversität die Grundlage für unser Wohlergehen [7]. Um die Vielzahl der Leistungen der Natur erfassbar zu machen, wurde das Konzept der Ökosystemleistungen entwickelt [8]. Damit lassen sich die Folgen von Konsum- und Investitionsentscheidungen für die Natur offenlegen und deren Rückwirkungen auf das menschliche Wohlergehen illustrieren [9]. Forschende haben plausibel dargelegt, dass unsere Wohlfahrt mit einer kleinen Biodiversität nicht gewährleistet ist, weil die Ökosysteme verschiedene Funktionen nur noch eingeschränkt erbringen [10, 11]. Wichtige Leistungen sind beispielsweise:

Wirtschaftliche Versorgungsleistungen

- Lebens- und Futtermittelversorgung [12]
- Bestäubung von Kulturpflanzen [13]
- Biologische Schädlingsregulierung [14]
- Bereitstellung von Medikamenten [15, 16]
- Standortfaktor [17–20]
- Technische Innovationen [21]

Regulierende Leistungen

- Erosionsschutz [22]
- Abbau von Schadstoffen und Trinkwasseraufbereitung [23–25]
- Klimaregulierung [26]
- Hochwasserschutz [27–29]
- Schutz vor Krankheitserregern [30–32]
- Lärmschutz und Luftqualität [33]

Kulturelle Leistungen

- Erholung [34, 35]
- Allgemeines Wohlbefinden [36]

Unterstützende Leistungen

- Bodenbildung, Erhaltung der Nährstoffkreisläufe [37] und des globalen Wasserkreislaufs, Sauerstoffproduktion

Ganz grundlegend gilt: Als Motor der Ökosystemleistungen [38] hat die Biodiversität diesen Planeten in den vergangenen Milliarden von Jahren überhaupt erst zu einem bewohnbaren Ort für uns Menschen gemacht. Ökosystemleistungen sind effizient und kostengünstig (z.B. Hochwasserschutz durch intakte Böden und Gewässer mit ausreichendem Raum).

Nur in wenigen Fällen kann man den Nutzen der Biodiversität in Geldwerten ausdrücken; einige der Leistungen wie die Umwandlung von Solarenergie in Biomasse (= Nahrung) oder die Regulierung des globalen Klimas sind lebenswichtig und damit unendlich wertvoll. Nicht zu beziffern ist auch der Verlust, der entsteht, wenn zukünftige Generationen die Heimat nicht mehr als Ort erfahren, wo man gerne lebt und bleibt. Genauso wenig können wir abschätzen, welcher Wert der Gesellschaft verloren geht, wenn eine ganze Generation von Kindern die Blumenwiesen in ihrer Umgebung nicht mehr kennt und schätzen lernt [39].

Die Erhaltung der Biodiversität ist insgesamt auch ein Generationenvertrag der Gegenwart mit der Zukunft. Es besteht die moralische Verpflichtung, den künftigen Bewohnerinnen und Bewohnern der Erde einen Planeten zu hinterlassen, der lebenswert ist und alle Optionen offen lässt.



Die Stimme der Forschung

Die hier präsentierten Erkenntnisse basieren auf wissenschaftlichen Untersuchungen zur Entwicklung und zum Zustand der Biodiversität in der Schweiz. In den Jahren 2010, 2011 und 2013 sind bereits Synthesberichte zum Zustand und zur Entwicklung der Biodiversität erschienen (siehe unten). Der vorliegende Bericht greift die wichtigsten Fakten auf und erweitert sie mit anderen Studien und aktuellen Zahlen. Für einzelne Einflussfaktoren liegen keine Daten aus der Schweiz vor. In manchen Fällen wurden deshalb auch Studien aus dem Ausland zitiert.



► Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900

Zum internationalen Jahr der Biodiversität 2010 haben zahlreiche Forschende Daten zum Zustand der Biodiversität in der Schweiz zusammengetragen. Die Publikation «Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900» basiert auf umfangreichen Datensätzen sowie einer Vielzahl von wissenschaftlichen Fall- und Einzelstudien. Hinzu kommen Einschätzungen von Sachverständigen für verschiedene Organismengruppen und Lebensräume.

Publikation: Lachat T., Pauli D., Gonseth Y., Klaus G., Scheidegger C., Vittoz P., Walter T. (2010): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich; Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien.

► Gefährdete Arten in der Schweiz Synthese Rote Listen Stand 2010

Rote Listen sind Verzeichnisse ausgestorbener und gefährdeter Tier-, Pflanzen- und Pilzarten. Seit 1991 sind Rote Listen formal in der Natur- und Heimatschutzverordnung verankert. Die Datenerhebungen und statistischen Auswertungen werden in der Schweiz von gut ausgebildeten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern nach international festgelegten Kriterien im Auftrag des Bundes durchgeführt.

Publikation: Cordillot F., Klaus G. (2011): Gefährdete Arten in der Schweiz. Synthese Rote Listen, Stand 2010. Umwelt-Zustand 1120. Bundesamt für Umwelt, Bern.

► Flächenbedarf für die Erhaltung der Biodiversität und der Ökosystemleistungen in der Schweiz

Das Forum Biodiversität Schweiz der SCNAT hat die Fläche abgeschätzt, welche aus wissenschaftlicher Sicht für die Erhaltung der Biodiversität und von Ökosystemleistungen in der Schweiz benötigt wird. Die so eruierten Flächenangaben sind nicht gleichzusetzen mit dem Bedarf an Schutzgebieten, doch sollte auf diesen Flächen die Erhaltung und Förderung der Biodiversität Vorrang haben, wenn diese langfristig erhalten werden soll.

Publikation: Guntern J., Lachat T., Pauli D., Fischer M. (2013): Flächenbedarf für die Erhaltung der Biodiversität und der Ökosystemleistungen in der Schweiz. Forum Biodiversität Schweiz der Akademie der Naturwissenschaften SCNAT, Bern.



Zustand der Biodiversität

Artenvielfalt in der Schweiz

Für die Roten Listen der Schweiz wird die Gefährdung von Arten mit Hilfe von nachvollziehbaren, international gültigen Kriterien beurteilt. Diese basieren auf einer Kombination von Faktoren, welche die Aussterbewahrscheinlichkeit massgeblich bestimmen. Von zentraler Bedeutung sind die effektiv besiedelte Fläche, die Grösse und der Isolationsgrad der Populationen sowie Bestandsveränderungen. Je kleiner und fragmentierter das besiedelte Gebiet ist und je rascher der Bestand zurückgeht, desto höher ist die Gefährdungsstufe. Rote Listen dokumentieren somit nicht nur einen momentanen Zustand, sondern den Wandel der Artenvielfalt in den vergangenen 10 bis 20 Jahren. Die Synthese aller Roten Listen zeigt ein Besorgnis erregendes Bild [41]:

- Über ein Drittel der Pflanzen-, Tier- und Pilzarten wurde als bedroht eingestuft (Gefährdungskategorien «In der Schweiz ausgestorben», «Vom Aussterben bedroht», «Stark gefährdet», «Verletzlich»).
- Weitere 10% der Arten gelten als «potenziell gefährdet» und bedürfen ebenfalls besonderer Aufmerksamkeit, da bei ihnen das Risiko besteht, dass sie künftig in eine Gefährdungskategorie gelangen könnten. Ein grosser Teil dieser Arten war früher weit verbreitet.
- In der Schweiz ausgestorben sind 255 Arten. Bei vielen Wirbeltierarten kennt man das Jahr der letzten Beobachtung. Beispielsweise fand die letzte Brut des Rotkopfwürgers 2006 statt.

Die Artenvielfalt in der Schweiz entwickelt sich wie folgt:

- Bei einem Grossteil der einheimischen Arten nimmt die Anzahl Individuen in den einzelnen Populationen ab. Die Individuendichte sinkt [42].
- Viele Populationen sind dadurch bedroht. Wenn ihre Bestandsgrösse unter einen bestimmten, minimalen Wert fällt, wird eine Population rasch kleiner, weil sich die verschiedenen ursächlichen Faktoren gegenseitig verstärken («Aussterbestrudel») [43]. Die genetische Vielfalt etwa nimmt ab [44], womit die Gefahr von Inzucht steigt.
- Untersuchungen deuten darauf hin, dass für das langfristige Überleben einer Population mehrere Tausend Individuen notwendig sind [45]. Immer mehr Populationen (vor allem von Arten der Roten Liste) sind aber heute deutlich kleiner.
- Populationen verschwinden; Arten sterben in ganzen Regionen aus [46].
- Das Verbreitungsgebiet von Arten zerfällt in kleine isolierte Restvorkommen [47]. Ein natürlicher Austausch von Individuen ist in der stark fragmentierten Landschaft nicht mehr gewährleistet.
- Arten drohen in der Schweiz auszusterben. Das Aussterben von Arten kann dabei schnell oder mit einer beträchtlichen Zeitverzögerung erfolgen [48].
- Die häufig schleichenden Veränderungen verschleiern den grossen aktuellen Handlungsbedarf.
- Die bisherigen Bemühungen zum Schutz der Biodiversität reichen bei Weitem nicht aus, um die Artenvielfalt in der Schweiz zu erhalten.

Die neue Rote Liste der Tagfalter [49] und die aktuelle Revision der Roten Liste der Gefässpflanzen [50] zeigen, dass die Artenverluste ungebremsst weitergehen: Mehr als ein Drittel der Fundorte von Gefässpflanzen, auf denen vor 10 bis 30 Jahren seltene oder bedrohte Arten nachgewiesen worden waren, sind verwaist. Je stärker eine Art in der Roten Liste 2002 als gefährdet galt, desto grösser sind die nun festgestellten Verluste: So fehlen Pflanzenarten der obersten Gefährdungskategorie «Vom Aussterben bedroht» an 50% der früher bekannten Fundorte; bei den nicht gefährdeten Arten ist es ein Viertel. Die Ursachen sind nicht neu: Die Qualität und Quantität der Lebensräume nehmen immer noch ab.



Lebensräume in der Schweiz

Fachexperten haben eine Rote Liste der gefährdeten Lebensräume erarbeitet [51]. Fast die Hälfte aller Lebensraumtypen in der Schweiz ist bedroht.

Der Anteil gefährdeter Lebensraumtypen in den Grosslebensräumen variiert stark (in Klammern: Anzahl evaluierte Lebensraumtypen mit genügender Datengrundlage):

Stehende Gewässer	100%	(8)
Fliessgewässer	50%	(18)
Ufer und Feuchtgebiete	85%	(20)
Gletscher, Fels, Schutt, Moränen	29%	(14)
Wiesen und Weiden	43%	(30)
Krautsäume, Hochstaudenfluren, Gebüsche	12%	(25)
Wälder	41%	(29)
Pioniervegetation und Ackerbegleitflora	61%	(18)
Total	47%	(162)

Viele Lebensräume haben in den vergangenen Jahrzehnten grosse Areal- und Qualitätsverluste erlitten. Arten benötigen aber für ihr Überleben intakte Lebensräume.

Die Erhaltung der verbliebenen naturnahen Lebensräume muss oberste Priorität haben. Viele Lebensräume können nach einer Zerstörung oder Intensivierung bzw. Veränderung der traditionellen Nutzung nur mit grossem Aufwand oder überhaupt nicht mehr revitalisiert werden. Dies gilt vor allem für Moore und naturnahe Wälder sowie für subalpine und alpine Ökosysteme [52].

Die sechs nachfolgenden Kapitel zeigen anhand von landesweiten Untersuchungen und Fallstudien den Zustand der verschiedenen Lebensräume und ihrer Artenvielfalt.

Gewässer

Natürliche Gewässer sind dynamische und vielgestaltige Lebensräume. Jeder Fluss- oder Bachabschnitt im Flachland oder auf den Talböden ist ein Mosaik aus schnell fliessenden Strecken, Kiesbänken, ruhigen, sandigen Buchten, erodierten Ufern und stehenden Altarmen. Die Gewässer werden flankiert von Auenwäldern und Feuchtwiesen mit zahllosen Tümpeln im Überschwemmungsbereich oder im Schwankungsbereich des Grundwassers. Alle diese Lebensräume sind eng miteinander verzahnt und bilden ein vielfältiges Ökosystem. Die Heterogenität spiegelt sich in der Vielfalt der Arten wider: 10% der heimischen Tierarten sind auf diese Lebensräume angewiesen; 84% aller heimischen Arten können in Auen vorkommen [53]. Viele Organismen benötigen das enge Nebeneinander der verschiedenen Lebensräume; je nach Jahreszeit oder Lebensphase nutzen sie einen anderen Bereich.

Auch abseits der Fliessgewässer gab es früher eine unüberschaubare Anzahl kleinerer und grösserer Stillgewässer auf den lehmigen und muldenreichen Moränenböden der Schweiz. Gewässer spielten zudem bis weit ins 19. Jahrhundert eine zentrale Rolle im Leben der Menschen und wurden aktiv gefördert: Feuerwehrteiche, Eisweiher, Fischteiche, Mühlekanäle und Wassermatten brachten Leben und Feuchtigkeit in die Landschaft [54].

Für die Bevölkerung zählen Flüsse, Bäche, Seen und Weiher zu den wichtigsten Elementen einer als attraktiv empfundenen Landschaft. Naturnahe Gewässer gelten dabei laut einer Umfrage als besonders ästhetisch; eine Umgestaltung kanalisierter Gewässer wird stark unterstützt [55]. Gewässer spielen auch im Fremdenverkehr eine entscheidende Rolle. Schweiz Tourismus hat den Wert der Gewässer erkannt und wirbt explizit mit dem «Wasserland Schweiz» [56].

Wichtige Ökosystemleistungen

- ▶ Abbau von Schadstoffen
- ▶ Grundwasserreinigung und Trinkwasseraufbereitung
- ▶ Erholungs- und Identifikationsraum
- ▶ Tourismus
- ▶ Hochwasserschutz
- ▶ Regulation des Geschiebehaushalts
- ▶ Inspiration und Ästhetik
- ▶ Fische und Krebse als Nahrungsmittel



Bei rund einem Drittel der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung entspricht der Zustand nicht den Zielsetzungen.

Ursachen des Biodiversitätsverlusts in Gewässern

Die Schweiz ist das Wasserschloss Europas: Rhein, Rhone, Inn und Ticino haben hier ihren Anfang. Vor rund 200 Jahren begann der Mensch allerdings, das dichte, fein verästelte Netz aus Bächen und Flüssen systematisch auszudünnen und zu monotonisieren. Die meisten Flussabschnitte wurden zu Abflussrinnen umgewandelt, die ohne Bezug zum angrenzenden Land sind; viele Bäche verschwanden im Boden. Seen wurden abgesenkt und die Ufer befestigt. Die Energieproduktion hat aus Flüssen eine Abfolge von Stauseen gemacht und im Gebirge trockene Bachbetten hinterlassen. Der Schwall- und Sunkbetrieb der Kraftwerke verursacht täglich künstlich erzeugte Hochwasser, welche sich negativ auf die Gewässerökologie auswirken.

Obwohl sich die Nährstoffverhältnisse in den Seen dank Kläranlagen und dem Verbot phosphathaltiger Waschmittel seit einigen Jahren wieder deutlich verbessert haben, führte die Eutrophierung der Seen zu irreversiblen Verlusten an Arten [57]. Zudem sind die Gewässerqualität und damit die Gewässerökosysteme durch Einträge von Pflanzenschutzmitteln und anderen Mikroverunreinigungen (deren Wirkungen noch nicht restlos geklärt sind) erneut gefährdet [58, 59].

Mit der gross angelegten Entwässerung der Landschaft mittels Gräben und Drainageröhren gingen auf der ganzen Landesfläche Tausende von Kleingewässern verloren [60]. Klein- und Kleinstgewässer bieten spezifische Lebensbedingungen für Amphibien und für eine charakteristische und artenreiche Flora und Fauna [61]. Auch der Grossteil der ehemaligen Nutzteiche wurde beseitigt. Insgesamt muss festgestellt werden, dass keine anderen Lebensräume derart unter den Aktivitäten des Menschen gelitten haben wie die Gewässer [62].

Ursachen

Schwall-Sunk-Betrieb

Zu wenig Restwasser

Eindolung

Drainagen in Kulturland, Wald und Siedlungen

Einebnung von Geländevertiefungen und Verfüllen von Feuchtstellen und Teichen

Aufgabe der Nutzteiche

Eintrag von Nährstoffen

Eintrag von Mikroverunreinigungen wie hormonaktiven Substanzen, Pestiziden und Arzneimittelwirkstoffen

Störung von Wildtieren durch intensive Freizeitaktivitäten

Nutzung der Auen durch die Waldwirtschaft

Gebietsfremde invasive Arten (Neobiota)

Gestörter Gewässerhaushalt in Auen

Fehlende Vernetzung Wasser/Land

Ungenügender Gewässerraum (Sohlenbreite und Uferbereiche)

Fehlende Durchgängigkeit (Barrieren)

Gestörter Geschiebehaushalt, Verschlammung der Sohle

Absenken der Seespiegel

Regulierung der Seespiegel

Verbauung der Seeufer

Strukturarmut (z.B. gleichförmige Strömung, kein Totholz)

Zahlen und Fakten zum Zustand der Gewässer

Nationale Ebene

Fläche

Seit 1850 sind 70% der Auen zerstört worden [63].

Im Schweizer Mittelland sind 14% der Gewässerlänge eingedolt [64].

Bei den meisten Seen der Schweiz sind mehr als 50% der Ufer verbaut und die ökologisch wertvollen Übergangsbereiche zwischen Wasser- und Lebensräumen verschwunden [65].

Grosse Verluste haben Quellen mit ihren spezialisierten Arten erlitten. Von den im Jahre 1884 vorkommenden Quellen fliessen heute im Mittelland nur noch 1,2% oberirdisch ab, im Jura sind es 4,8% [66].

Auenschutz

Der ökologische Zustand der heute geschützten Auen von nationaler Bedeutung genügt den gesetzlichen Anforderungen nicht [67].

Schutz der Amphibienlaichgebiete

Trotz der Ausscheidung der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung und nachweislicher Erfolge gezielter Schutzprogramme sind die Bestände vor allem der seltenen Amphibienarten und besonders der Pionierarten nach wie vor deutlich rückläufig. Bei rund einem Drittel der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung entspricht der Zustand nicht den Zielsetzungen. Für 61% der Objekte mit Pionierarten wird das Gewässerangebot als unzureichend eingeschätzt [68].

Wasserkraft

Die grossen Flusskraftwerke versperren die Wanderkorridore für Fischarten, die zwischen Meer und Binnengewässern migrieren. Alle Langdistanzwanderer sind heute ausgestorben (Lachs, Meerforelle, Maifisch, Cheppia, Europäischer Stör, Adriatischer Stör, Flussneunauge) [69].

Vielen Gewässern wird Wasser für die Stromproduktion entnommen. 2700 Kilometer Fliessgewässer sind dadurch betroffen, verteilt auf rund 1300 Restwasserstrecken. 375 Restwasserstrecken (28%) führen kein oder nur sehr wenig Restwasser. Für 645 Restwasserstrecken (49%) fehlen Angaben zur Dotierwassermenge. Es wird angenommen, dass ein beträchtlicher Teil dieser Restwasserstrecken ebenfalls kein oder kaum Wasser dotiert [70].

Viele der grösseren Wasserkraftzentralen führen zu starken Abflussschwankungen in den unterliegenden Gewässern [71, 72].

Wasserqualität

Die Überdüngung der Schweizer Seen hat die Zahl der einheimischen Felchenarten zwischen 1950 und 1990 um fast 40% reduziert [73].

Mit den hormonaktiven Substanzen, Pestiziden und Arzneimittelwirkstoffen, die negative Auswirkungen auf die Gewässerorganismen haben, sind neue Probleme aufgetreten [74].

Einige Pestizide aus der Landwirtschaft können die regionale Artenvielfalt reduzieren [75–77] und ein Risiko für die Erbringung von Ökosystemleistungen sein [78].

Gewässerorganismen werden von bestimmten Pflanzenschutzmitteln stark beeinträchtigt [79, 80].

Experimente haben gezeigt, dass Pestizide auf Kaulquappen und auf juvenile Amphibien tödlich wirken können. Unter experimentellen Bedingungen starben mehr als 96% der Kaulquappen und mehr als 68% der juvenilen Amphibien [81].

Fragmentierung

Rund 101 000 künstliche Hindernisse mit einer Höhe von über 50 Zentimetern trennen die Fliessgewässer in unzählige Teilstücke [82]. Die durchschnittlich frei durchwanderbare Länge eines Baches oder Flusses beträgt somit lediglich 650 Meter. Die schweizerischen Fliessgewässer dürften weltweit zu den am stärksten fragmentierten Gewässersystemen gehören [83].

Artenvielfalt

Über 60% der Wasserpflanzen sind bedroht – das ist mit Abstand der höchste Wert aller ökologischen Pflanzengruppen [84]. 17% der Armleuchteralgen der Schweiz, einer ökologisch bedeutenden Artengruppe, sind ausgestorben [85].

Regionale und lokale Ebene

Bäche und Flüsse

Im Grossen Moos sank die Länge der Bäche und Flüsse zwischen 1870 und 1990 von rund 1000 Kilometern auf unter 500 Kilometer [86].

Die Gesamtlänge des Rhone-Flussbetts zwischen Brig und Genfersee wurde ab dem Jahr 1850 um 45% reduziert [87].

Seen

Am Genfersee sind nur noch 3% des Ufers in einem natürlichen Zustand [88]. Arten, die an natürlichen Ufern gedeihen, sind deshalb selten geworden. So existiert am Genfersee von 22 Fundorten des Europäischen Strandlings (*Littorella uniflora*), die zu Beginn der 1950er-Jahre bekannt waren [89], heute nur noch ein einziger.

Artenvielfalt

Im Bündner Rhein lebten in der Mitte des vorletzten Jahrhunderts 20 Fischarten. Heute sind es noch 11 [90]. In der Rhone sank die Anzahl Fischarten von 19 auf 5 [91].

In den Auen der Thur ist die Anzahl Tagfalterarten zwischen 1918/1930 und 1994 infolge der sinkenden Lebensraumqualität von 82 auf 53 Arten gesunken. Gleichzeitig nahm die Häufigkeit der verbliebenen Arten um einen Faktor 5 bis 10 ab [92].

Im Kanton Bern ist zwischen 1977 und 2002 die Hälfte der Geburtshelferkröten-Populationen verschwunden [93]. Nur noch 10 von 200 Populationen verfügen über mehr als 20 rufende Männchen. Zwischen 2002 und 2012 mussten weitere Rückgänge verzeichnet werden. Noch stärkere Verluste wurden bei der Gelbbauchunke und der Kreuzkröte registriert.

Invasive Arten

Vor allem in den grösseren Flüssen und Seen haben invasive Arten praktisch die gesamte einheimische Fauna verdrängt. Im Rhein bei Basel machen die einheimischen Arten weniger als 5% aller Individuen aus, die restlichen 95% werden von wenigen Neozoen dominiert [94].

Massnahmen zeigen Erfolg in Gewässern

Revitalisierungen

In den vergangenen Jahren wurden einzelne Gewässerabschnitte revitalisiert und Bäche ausgedolt [95].

Erfolgskontrollen von Revitalisierungsprojekten in Mitteleuropa zeigen, dass die lokal begrenzten Projekte lediglich zu einer leichten Erhöhung des Artenspektrums und zu einer etwas grösseren Fischdichte geführt haben [96]. Grösser dimensionierte und besser vernetzte Revitalisierungen sind dagegen erfolgreicher [97].

Die aktuelle Planung der Gewässerrevitalisierungen in der Schweiz geht in die richtige Richtung. Trotzdem wird der vielerorts ausgeschiedene Gewässerraum vielen Arten nicht gerecht, weil bei Hochwasser keine Rückzugsräume zur Verfügung stehen [98]. Idealerweise liegen revitalisierte Abschnitte nur einige hundert Meter entfernt von naturnahen Abschnitten oder von Abschnitten mit einer grossen Artenvielfalt [99].

Wasserqualität

Die Wasserqualität hat in den letzten 30 Jahren vor allem dank dem Bau von ARAs und dem Verbot von phosphathaltigen Waschmitteln deutlich zugenommen [100]. Die Vielfalt an pflanzlichem und tierischem Plankton im Zürichsee ist dadurch wieder gestiegen. Fanden sich in den 1970er-Jahren noch rund 40 Phyto- und nur gerade 7 Zooplanktonarten, so waren es 2008 über 100 pflanzliche und 15 tierische Arten [101].

Durchgängigkeit

Im Liechtensteiner Binnenkanal wurden die mündungsnahen Abschnitte nach der Entfernung einer Barriere innerhalb von vier Jahren mit 10 aus dem Alpenrhein einwandernden Fischarten besiedelt. Die Zahl der Fischarten erhöhte sich nach der Vernetzung von 6 auf 16 [102].

Schaffung neuer Lebensräume

Dank der Schaffung und der Pflege von Laichgebieten hat der europaweit bedrohte Italienische Springfrosch im Tessin verschiedene Standorte wiederbesiedelt [103].



Flächenziele

für die Erhaltung der Biodiversität
und der Ökosystemleistungen

Der Anteil natürlicher oder naturnaher Fließgewässerabschnitte am Gewässernetz und die Qualität und Dichte von nicht-gefassten Quellen müssen deutlich erhöht werden, wenn deren Biodiversität erhalten werden soll. Sachverständige schätzen zudem, dass mindestens eine Verdreifachung der aktuellen Fläche der Auen im Flachland notwendig ist, um die Biodiversität in diesen Lebensräumen langfristig zu erhalten. Je nach Region halten die Experten bei den Seen eine zwei- bis fast vierfache Erhöhung der Flächen von Flachwasserzonen mit Vegetation und der Stillwasserröhrichte als notwendig [104].

Moore

Moore sind spezielle Lebensräume. Wasser ist hier der dominierende Umweltfaktor. Nur spezialisierte Pflanzenarten können diese wassergesättigten Böden besiedeln, in denen Luft und Sauerstoff Mangelware sind und der Nährstoffkreislauf reduziert ist. Abgestorbene Pflanzenreste werden meist nur unvollständig zersetzt und häufen sich als Torf im Boden an. Unter natürlichen Bedingungen wird der Torf kaum abgebaut. Dadurch speichern Moore viel Kohlenstoff und tragen so zur Reduktion von CO₂ in der Atmosphäre bei.

Wenn Wasser in der Landschaft «steht» oder nur langsam abfließt, können sich Flachmoore bilden: an Altarmen und Seen, die verlanden, an Standorten mit hohem Grundwasserstand, über wasserdichten Ton- oder Lehmschichten sowie in der Umgebung von Quellen [105].

Hochmoore können an nassen Standorten mit genügend Niederschlägen und gemässigten Temperaturen entstehen. Der jährliche Torfzuwachs beträgt durchschnittlich nur gerade einen Millimeter. Die lebende Vegetationsschicht wird immer weiter in die Höhe geschoben und verliert irgendwann den Kontakt mit dem Grundwasser. Die Nährstoffzufuhr erfolgt nun allein über das Regenwasser und über die Luft. Hochmoore gehören deshalb zu den nährstoffärmsten Lebensräumen der Schweiz. Flachmoore dagegen werden auch durch Grundwasser, Hangwasser oder temporäre Überflutungen nass gehalten. Ein Teil der heutigen Flachmoore sind Kulturbiotope, die auf gerodeten und nicht entwässerten Flächen entstanden sind.

Wichtige Ökosystemleistungen

- Klimaregulierung/Kohlenstoffspeicher
- Hochwasserschutz
- Erholungsraum
- Inspiration
- Tourismus
- Archiv der Natur- und Kulturgeschichte

An aerial photograph showing a diverse landscape. In the foreground, there are green fields and scattered trees. A small road or path runs through the lower left. The middle ground is dominated by a large area of forest, with some cleared patches and a few small buildings. The background shows a valley with more fields and a small town or village. The overall scene is a mix of natural and managed land.

**100% der Hochmoore und
84% der Flachmoore
sind viel zu hohen Stick-
stoffeinträgen aus der Luft
ausgesetzt.**

Ursachen des Biodiversitätsverlusts in Mooren

Lange Zeit waren der Torfabbau sowie Entwässerungen zur Gewinnung von land- und forstwirtschaftlichen Nutzflächen die Hauptursachen für den Verlust von Mooren. Die meisten Moore der Schweiz wurden bis Mitte des letzten Jahrhunderts zerstört. Nicht wenige Moore verschwanden in den Fluten von Stauseen (z.B. Sihlsee).

Im Zuge von Meliorationen gingen bis in die 1980er-Jahre zahlreiche Moore verloren. So war die Verlustrate im Kanton Zürich zwischen 1950 und 2000 mit 74% sogar deutlich höher als zwischen 1900 und 1950 [106]. In der Gemeinde Wintersingen BL verschwanden in den 1980er-Jahren bei einer Gesamtmelioration 41% der Feuchtvegetation [107].

Obwohl Moore von besonderer Schönheit und nationaler Bedeutung seit 1987 unter dem Schutz der Bundesverfassung stehen, gehen die quantitativen und qualitativen Verluste weiter. Die meisten Entwässerungsgräben und Drainagen in den verbliebenen Mooren oder deren Wassereinzugsgebieten sind nach wie vor intakt und stören den Wasserhaushalt der Feuchtgebiete; lokal werden auch (illegalerweise) neue Entwässerungsgräben erstellt [108]. Die Moore trocknen dadurch langsam aus. Bereits in hydrologisch schwach veränderten Mooren finden deutliche Vegetationsverschiebungen statt [109]. In den gestörten Lebensräumen breiten sich Pflanzenarten trockenerer Standorte aus und verändern die moortypische Vegetation.

Problematisch sind die Einträge von Stickstoff, die entweder seitlich aus intensiv genutzten landwirtschaftlichen Kulturen einsickern oder aus der Viehhaltung und aus Verbrennungsprozessen über die Atmosphäre eingetragen werden. Diese Stickstoffdeposition gefährdet mittel- bis langfristig die Moore.

Rund 55% der verbliebenen Flachmoore von nationaler Bedeutung werden extensiv landwirtschaftlich genutzt. Ohne diese Nutzung würden viele dieser Biotope verbuschen und einwalden. Doch die vielerorts nicht dem Standort angepasste Bewirtschaftung sowie die anhaltende Austrocknung durch Drainagen oder die Absenkung der See- und Grundwasserspiegel lassen die Moorfläche schrumpfen oder schränken ihre Qualität ein.

Ursachen

Mangelnde Besucherlenkung

Seitlicher Stickstoffeintrag aus angrenzenden Kulturen

Fehlende Nährstoffpufferzonen

Stickstoffeintrag über Wasserzuflüsse

Stickstoffeintrag über die Atmosphäre

Eigendüngung durch Torfmineralisierung

Gewinnung von Torf (früher)

Grossflächige Trockenlegung (früher) und Umwandlung in Kulturland

Nutzung, die dem Standort nicht angepasst ist

Nutzungsaufgabe und Verbuschung/Einwaldung

Anhaltende Entwässerung (nicht beseitigte Gräben und Drainagen in Schutzgebieten)

Fehlende hydrologische Pufferzonen

Zahlen und Fakten zum Zustand der Moore

Nationale Ebene

Fläche

Zwischen 1900 und 2010 betrug der Flächenverlust bei den Mooren 82% [110].

Während den beiden Weltkriegen wurden über 2,5 Millionen Tonnen Torf abgebaut und verbrannt – dies entspricht einer Hochmoorfläche von etwa 1000 Hektaren [111].

Mit der Zerstörung und Kultivierung der Moore in der Schweiz wurden gewaltige Mengen an Kohlendioxid freigesetzt, die zum Klimawandel beitragen [112].

Weil viele der verbliebenen Moore stark gestört sind und nicht mehr wachsen können, wird kaum noch Kohlendioxid gebunden.

Moorschutz

Seit der Annahme der Rothenthurm-Initiative im Jahr 1987 stehen Moore von besonderer Schönheit und nationaler Bedeutung unter dem Schutz der Bundesverfassung. Laut Gesetzgebung müssen alle Biotop von nationaler Bedeutung wie beispielsweise Moore grundsätzlich mit ökologisch ausreichenden Pufferzonen ausgestattet werden. Schweizweit fehlen aber um die Flachmoore von nationaler Bedeutung 70% der notwendigen Pufferflächen; bei den Hochmooren sind es etwa 50% [113].

Lebensraumqualität

Trotz des Schutzes verschlechtert sich die Qualität der verbliebenen Hoch- und Flachmoore ständig [114]. Im Rahmen der Erfolgskontrolle Moorschutz wurde festgestellt, dass allein zwischen den Kontrollperioden 1997/2001 und 2002/2006 über ein Viertel der Moore deutlich trockener geworden ist, in einem Viertel der Moore die Nährstoffversorgung deutlich zugenommen hat, in fast einem Drittel der Moore mehr Gehölzpflanzen wachsen und in rund einem Fünftel der Moore der Humusgehalt des Bodens abgenommen hat.

Die Fläche der Hochmoore hat durch diese Qualitätseinbussen im gleichen Zeitraum um 10% abgenommen [115].

Stickstoffeinträge

Der Eintrag an Stickstoff aus dem Verkehr (Stickoxide) und der Landwirtschaft (Ammoniak) über die Atmosphäre führt zum Verlust bedrohter Arten in geschützten Mooren [116].

100% der Hochmoore und 84% der Flachmoore sind viel zu hohen Stickstoffeinträgen aus der Luft ausgesetzt [117].

Fragmentierung

Die Fragmentierung der Moore hat einen negativen Einfluss auf die genetische Vielfalt von ökologisch wichtigen Moorarten [118].

Ein Viertel der wichtigen Rastplätze für regenfleischerartige Vogelarten (Limikolen; Charadriiformes) sind kleiner als 10 Hektaren. Die dort rastenden Vögel sind besonders anfällig auf Störungen. Die Raumansprüche einiger typischer Feuchtgebiets-Vogelarten können aufgrund der grossen Flächenverluste in der Schweiz nicht mehr oder höchstens noch für einzelne Brutpaare erfüllt werden [119]. Die Bekassine und der Grosse Brachvogel haben mittlerweile die letzten regelmässig besetzten Brutplätze der Schweiz aufgegeben.

Die in den Feuchtgebieten verbliebenen Schilffragmente sind oft zu klein, um Brutvögeln wie der Rohrammer sichere Nistplätze zu bieten [120].

Artenvielfalt

Über 40% der Pflanzenarten der Feuchtgebiete gelten als bedroht [121].

Bei vielen Moosarten wurde vor allem in den Feuchtgebieten ein starker Bestandsrückgang verzeichnet [122].

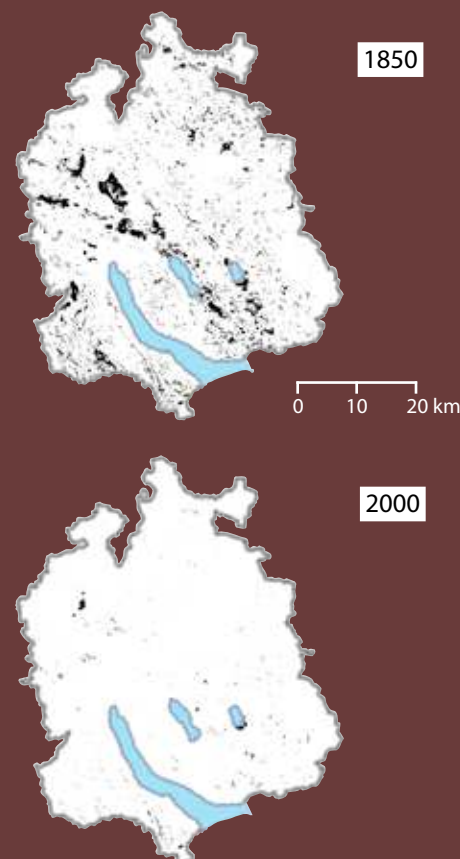
Regionale und lokale Ebene

Fläche

Allein im Kriegsjahr 1943 wurden im Kanton Aargau über 55 000 Tonnen Torf abgebaut [123].

Zwischen 1850 und 2000 veränderten sich die Moore im Kanton Zürich wie folgt: Der Anteil Moore an der Kantonsfläche sank von 8,3% auf 0,7%; die Anzahl Moor-Objekte sank von 4341 auf 708; die durchschnittliche Grösse der Objekte sank von 3,2 auf 1,7 Hektaren [124].

Die Fläche der Moore in der Schweiz, die nicht von nationaler Bedeutung sind, wird auf etwa 100 km² geschätzt [125]. Gemäss Einschätzung von Experten entwickeln sich diese Moore noch schlechter als jene von nationaler Bedeutung [125].




Die Fläche der Feuchtgebiete im Kanton Zürich ist zwischen 1850 und 2000 auf einen Bruchteil zusammengeschumpft. Die verbliebenen Flächen sind meist klein und isoliert [124].

Massnahmen zeigen Erfolg in Mooren

Regeneration

Die Grundlagen für die Erarbeitung und Umsetzung von entsprechenden Projekten sind vorhanden [126]. Untersuchungen haben gezeigt, dass gestörte Hochmoore, in denen Regenerationsmassnahmen durchgeführt wurden, nachweislich feuchter werden und einen steigenden Anteil an Torfmoosen aufweisen [127].

Praktisch alle Hochmoore in der Schweiz bestehen aus degenerierten, mit Gräben und Torfstichen durchsetzten Torfkörpern. Anstatt Kohlendioxid zu binden, setzen sie das Klimagas frei. Die Regeneration dieses Lebensraums wird nicht nur zur Erhaltung eines faszinierenden Ökosystems beitragen, sondern auch zum Klimaschutz – und dies erst noch kostengünstig [128].



**Flächenziele
für die Erhaltung der Biodiversität
und der Ökosystemleistungen**

**Die aktuelle Qualität und Fläche der
Moore genügt nicht, um deren Bio-
diversität und Ökosystemleistungen
zu erhalten. Sachverständige schätzen,
dass man hierfür die aktuelle
Fläche der Hochmoore um ca. 190%
und diejenige der Flachmoore um
ca. 170% erweitern müsste [129].**

Agrarland

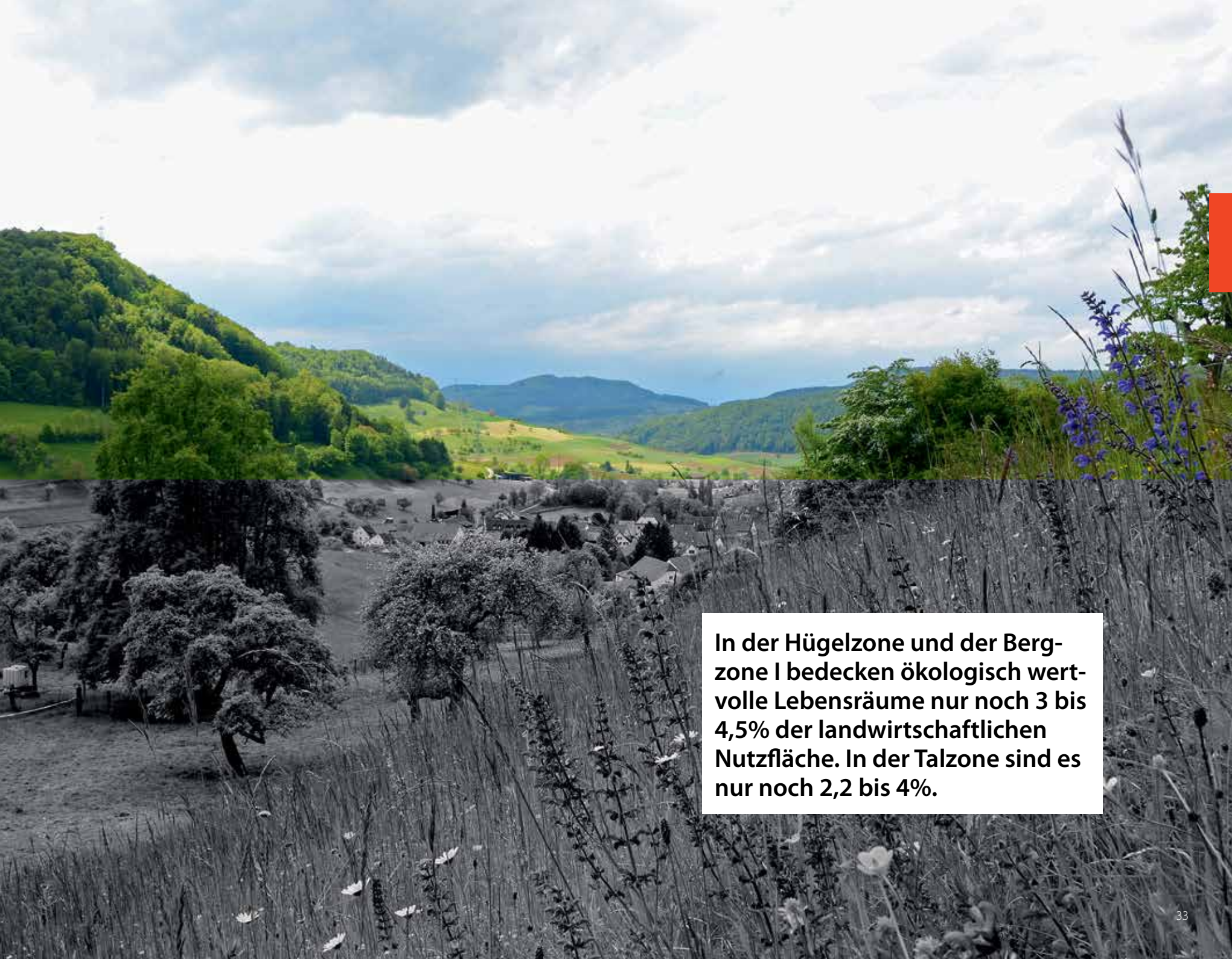
Die Rodungsphasen vor allem im frühen Mittelalter öffneten das Waldkleid der Schweiz und machten den Weg frei für eine vielfältige Kulturlandschaft. Hunderte von Arten wanderten in die neu entstandene Landschaft ein.

Die Menschen hatten eine grosse Anzahl neuer Lebensräume geschaffen, die sich mosaikartig in die Landschaft einfügten: Äcker, Wiesen, Weiden, Säume, Hecken, Waldränder, Rebberge, Feldgehölze und Obstgärten. Viele der neu entstandenen Lebensräume sind äusserst artenreich. So konnten auf einer Trockenwiese im Jura auf einer Fläche von 20×20 cm 34 Pflanzenarten nachgewiesen werden [130].

Parallel zur Entwicklung der artenreichen Lebensgemeinschaften entstand durch Züchtung von Nutzpflanzen und Nutztieren eine grosse Vielfalt an Landsorten und Landrassen [131].

Wichtige Ökosystemleistungen

- ▶ Nahrungs- und Futtermittel
- ▶ Genetische Ressourcen
- ▶ Natürliche Bestäubung und Schädlingsregulierung
- ▶ Fruchtbarer Boden (Boden- und Humusbildung)
- ▶ Speicherung von CO₂
- ▶ Nährstoffkreislauf
- ▶ Erholungsraum
- ▶ Tourismus
- ▶ Kulturelles Erbe



In der Hgelzone und der Bergzone I bedecken ökologisch wertvolle Lebensräume nur noch 3 bis 4,5% der landwirtschaftlichen Nutzfläche. In der Talzone sind es nur noch 2,2 bis 4%.

Ursachen des Biodiversitätsverlusts im Agrarland

Treibende Kraft für die Verluste der Biodiversität im Kulturland ist die intensive Landwirtschaft und die Überbauung von Landwirtschaftsflächen. Durch die immer stärker werdende Mechanisierung der Arbeit, Meliorationen, die Vergrösserung der Kulturschläge und den intensiven Einsatz von Düngern und Pflanzenschutzmitteln wurde die Landnutzungsintensität kontinuierlich erhöht [132–134].

Damit ging eine flächendeckende Vereinheitlichung der ökologischen Bedingungen einher: Feuchte Standorte wurden drainiert, nährstoffarme Standorte gedüngt, trockene Standorte bewässert. «Spezialstandorte» existieren heute nur noch auf kleinen Restflächen. Die an sie angepassten Arten wurden seltener oder verschwanden lokal oder regional. Der Artenreichtum sank, die Artenzusammensetzung der einst unterschiedlichen Lebensräume im Kulturland hat sich angeglichen.

In den Berggebieten kommt ein weiteres Problem hinzu: Während die Talböden und flachen Gebiete immer intensiver bewirtschaftet werden, zieht sich die Landwirtschaft von schwierig zu bewirtschaftenden, steilen und schwer erreichbaren Flächen zurück, was unterhalb der Waldgrenze zu einer Wiederbewaldung führt. Sowohl die Intensivierung des Anbaus als auch die Nutzungsaufgabe führen zu einer Abnahme der Biodiversität.

Ursachen

Nutzungsintensivierung

Unzureichender Anteil qualitativ hochwertiger Biodiversitätsförderflächen

Beseitigung von naturnahen Flächen und Strukturen (z.B. Säume, Lesesteinhaufen, Feldgehölze)

Sofortiges Verpacken der Mahd (und der Kleintiere) in der Ballensilage

Einsatz kleintierschädigender Mahdtechniken (z.B. Mähauflbereiter, Schlegelmulcher)

Keine Staffelung der Schnittnutzung von Wiesen und zu früher Schnitt

Meliorationen

Entwässerung von organischen Böden und wertvollen Feuchtwiesen

Überhöhter Einsatz von Düngemitteln wie Stickstoff-Kunstdünger und Gülle

Zu geringe und abnehmende genetische Vielfalt bei Nutzpflanzen und Nutztieren

Zucht von Hochleistungstieren, die proteinreiches Futter benötigen (Kleegrass, Mais, Getreide)

Zu hohe Tierzahlen pro Flächeneinheit

Bewässerung von sensiblen, artenreichen Wiesentypen (z.B. Trockenwiesen)

Präventiver oder überhöhter Einsatz von Pestiziden und Herbiziden

Stickstoffeintrag über die Atmosphäre bzw. Ammoniakemissionen

Nutzungsaufgabe von schwer zugänglichen Flächen

Verlust von Kulturland durch Siedlungsausdehnung

Zu geringe Verbreitung von naturnahen Anbausystemen auf Betriebsebene (Biolandbau, low-input und Integrierter Anbau)

Zahlen und Fakten zum Zustand des Agrarlandes

Nationale Ebene

Flächen und Strukturen

Zwischen 1900 und 2010 betrug der Flächenverlust für Trockenwiesen und -weiden 95% [135]. Hauptursache ist die Nutzungsintensivierung. Der grösste Teil der artenreichen Wiesen wurde in Fettwiesen umgewandelt. Weil nur 86 der 3142 in der Schweiz vorkommenden Pflanzenarten zur ökologischen Gruppe der Fettwiesenpflanzen gehören, leistet dieser Lebensraum nur einen kleinen Beitrag zur Erhaltung der Artenvielfalt [136]. Mehr als 900 Tier- und Pflanzenarten der Schweiz sind auf Trockenwiesen und -weiden angewiesen [137].

Ökologisch wertvolle Flächen bedecken nur noch 2,2 bis 4% der landwirtschaftlichen Nutzfläche in der Talzone [138]. In der Hügellzone und in der Bergzone I [139] ist dieser Wert mit 3 bis 4,5% nicht viel höher. Etwas besser sieht es in der Bergzone II aus (4,8–10%). Ausreichend naturnahe Flächen zur Erhaltung der Biodiversität hat es aber lediglich in den Bergzonen III (20–30%) und IV (40–50%) sowie im Sömmerungsgebiet (40–60%).

Ergebnisse des Biodiversitäts-Monitorings Schweiz BDM zeigen, dass die Artengemeinschaften der Gefässpflanzen immer einheitlicher werden, das heisst, sie gleichen sich einander zunehmend an [140]. Lebensgemeinschaften werden einheitlicher, wenn die Nutzungen immer ähnlicher oder intensiver werden, oder wenn überall die gleichen Arten eingeschleppt oder eingebracht werden.

1950 gab es rund 15 Millionen Hochstamm-Obstbäume in der Schweiz. 1991 waren es nur noch 3 Millionen. Der Bestand hat sich seither weiter verkleinert und wird nur noch auf 2,3 Millionen Bäume geschätzt [141]. Gleichzeitig fehlt eine vielfältige Vegetation unter den Bäumen.

Zwischen 1985 und 2009 sind in der Schweiz pro Sekunde 1,1 m² Agrarland verloren gegangen [142]. Die Annahme der Kulturlandinitiative im Kanton Zürich und die Annahme der Volksinitiative «Schluss mit uferlosem Bau von

Zweitwohnungen!» zeigen, dass die Bevölkerung diese Entwicklung mit grosser Sorge verfolgt.

Der Anteil von biologisch bewirtschafteten Flächen liegt unter 20%. Die Bio-bewirtschaftung hat nachweislich positive Auswirkungen auf Flora und Fauna im und über dem Boden [143–146].

Biodiversitätsförderflächen

Insgesamt entfalten die 1993 eingeführten Biodiversitätsförderflächen (bisher: ökologische Ausgleichsflächen) eine moderat positive Wirkung. Die Flächenziele wurden erreicht, und der Artenverlust im Kulturland konnte wenigstens etwas verlangsamt werden [147].

Das Ziel, mit den Biodiversitätsförderflächen den Rückgang der gefährdeten Arten zu stoppen, wurde bisher nicht erreicht [148].

Im Talgebiet erfüllen nur 22% der Biodiversitätsförderflächen die Qualitätsanforderungen der Direktzahlungsverordnung. Im Berggebiet sind es 37% [149].

Der Anteil ökologisch wertvoller Biodiversitätsförderflächen im Ackerland liegt unter 1% [150].

Pflanzenschutzmittel

Pflanzenschutzmittel schädigen viele Tier- und Pflanzenarten in ihrem Bestand [151]. Besonders betroffen sind wirbellose Tiere, Feldvögel [152] und Amphibien [153]. Schon der Einsatz der empfohlenen Produktmenge führt bei Grasfröschen zu Sterblichkeitsraten von 20 bis 100%.

Die weit verbreitete Anwendung systemisch wirkender Insektizide (z.B. Neonicotinoide und Pyrethroide) bewirken, dass diese Giftstoffe via Nektar und Pollen der Kulturpflanzen unkontrolliert an viele blütenbesuchende Insekten in der Kulturlandschaft weitergegeben werden. Wild- und Honigbienen, Schwebfliegen, Käfer und viele andere Blütenbesucher werden in der Folge diesen Giftstoffen über längere Zeit ausgesetzt. Neben den direkt abtötenden Effekten sind zudem diverse subletale Effekte mit negativen Auswirkungen auf Gesundheit und Verhalten bei Bienen festgestellt worden [154–156].

Stickstoffeinträge

Auf artenreichen Wiesen, die mit 100 Kilogramm Stickstoff pro Hektare und Jahr gedüngt werden (dies entspricht der Düngung einer mittelintensiv genutzten Wiese), sinkt der Artenreichtum bereits nach zwei Jahren um fast die Hälfte [157].

Die Anzahl Arten, die auf nährstoffarme Standorte angewiesen sind, sinkt in Wiesen und Weiden mit steigendem Eintrag von biologisch verfügbarem Stickstoff aus der Atmosphäre [158]. Während im Grünland der Bergregionen bei weniger als 10 Kilogramm Stickstoff pro Hektare und Jahr durchschnittlich 20 Pflanzenarten vorgefunden wurden, sind es bei mehr als 25 Kilogramm weniger als 5 Arten [159].

Nährstoffliebende Arten wie der Löwenzahn werden immer häufiger. Ihr Auftauchen in vielen Pflanzenbeständen deutet auf einen steigenden Nährstoffeintrag hin [160]. Die Ursachen sind bekannt: Jährlich gelangen in der Schweiz pro Hektare durchschnittlich 19 Kilogramm Stickstoff über die Luft in den Boden [161]. Je nach Standort schwankt dieser Wert zwischen 3 und über 54 Kilogramm Stickstoff pro Hektare. Der grösste Teil dieses Stickstoffs stammt aus Ammoniakemissionen der Landwirtschaft.

Meliorationen

Zwischen 1950 und 1985 wurden im Rahmen von Meliorationen 4438 Hektaren naturnahe Biotop im Kulturland zerstört, 49 193 Hektaren entwässert, 2520 Kilometer Bäche begradigt und 5854 Kilometer Güterstrassen und -wege neu gebaut [162]. Trotz sogenannter moderner Meliorationen werden vor allem im Berggebiet immer noch wertvolle Strukturen durch Meliorationsprojekte zerstört.

Fragmentierung

Die meisten verbliebenen naturnahen Flächen im Landwirtschaftsland sind klein und stark fragmentiert. Die durchschnittliche Flächengrösse der Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung beträgt beispielsweise lediglich 4,7 Hektaren. Weil die Flächen zusätzlich stark isoliert sind, sind die Arten mit einer höheren Aussterbewahrscheinlichkeit konfrontiert [163].

Berggebiete

In den Berggebieten der Schweiz findet zurzeit eine ähnliche Intensivierung der Landnutzung statt wie in den 1960er- und 1970er-Jahren im Mittelland. Es wird geschätzt, dass zwischen 2000 und 2020 rund ein Viertel der artenreichen Flächen in den Bergregionen aufgrund der Nutzungsintensivierung und zu einem kleineren Teil aufgrund der Nutzungsaufgabe verschwinden werden [164].

Artenvielfalt

Die Ackerbegleitflora gehört zu den besonders bedrohten Pflanzengruppen der Schweiz. Die durchschnittliche Anzahl Arten auf 100 m² hat in den letzten 100 Jahren um 60% abgenommen. Seltene Arten sind fast gänzlich verschwunden [165]. Von den insgesamt 743 Arten dieser Gruppe sind 42% gefährdet. Zwischen 1991 und 2002 hat sich bei 30% dieser Arten die Situation weiter verschlechtert [166]. Durch regelmässige Herbizidanwendungen verarmt der Samenvorrat im Boden, und es entstehen artenarme, nitrophile, grasdominierte Unkrautgesellschaften [167].

70% der Moosarten, die Trockenwiesen bewohnen, gelten als bedroht [168].

Der «Swiss Bird Index» SBI®, der die Bestandsentwicklung von Vogelarten dokumentiert, weist für Arten, die gemäss Umweltzielen Landwirtschaft typisch für das Agrarland sind, eine negative Tendenz auf [169].

Der Bestand des Feldhasen hat zwischen 1991 und 2013 weiter abgenommen [170].

Tier- und pflanzengenetische Ressourcen

Um 1900 wurden in der Schweiz 200 Weizensorten angebaut. 80 Jahre später befanden sich nur noch 10 Weizensorten auf der offiziell empfohlenen Sortenliste der Schweiz; heute sind es wieder 25 [171].

Durch den Wegfall der klein strukturierten Landwirtschaft hin zu grossen Landwirtschaftsbetrieben fehlen mehr und mehr die Strukturen für die Haltung extensiver Nutztierassen [172].

Die Erhaltung der Vielfalt von Nutztieren und Kulturpflanzen ist zu stark auf die Konservierung und zu wenig auf die Nutzung ausgelegt [173].

Regionale und lokale Ebene

Fläche

Zwischen 1987/1988 und 2009/2010 gingen im Engadin mehr als 20% der für die Biodiversität besonders wertvollen Wiesen wegen Nutzungsintensivierung verloren. Am grössten waren die Verluste dort, wo in der Zwischenzeit landwirtschaftliche Meliorationsprojekte realisiert wurden [174, 175].

Meliorationen

Bei Meliorationen können grosse Verluste an Lebensräumen und Strukturen entstehen. In einem Fallbeispiel aus dem Kanton Basel-Landschaft verzeichneten Magerwiesen innerhalb von zehn Jahren einen Flächenverlust von 71%; fast 70% der Lesesteinhaufen verschwanden [176].

Artenvielfalt

Die Feldlerche büsste im Engadin innerhalb von 22 Jahren zwei Drittel ihres Bestands ein; beim Braunkehlchen und beim Baumpieper war es rund die Hälfte [177]. Die Gesamtzahl an Revieren aller Brutvögel des Kulturlands hat insgesamt um einen Viertel abgenommen. Im Mittelland sind dieser Arten aus den meisten Regionen bereits verschwunden.

In drei Gemeinden im Kanton Wallis nahmen zwischen 1988 und 2006 die Bestände aller charakteristischen Brutvögel des Landwirtschaftsgebietes um zwei Drittel ab oder verschwanden ganz [178].

Im Tujetsch (GR) musste festgestellt werden, dass sich die Zusammensetzung der Schmetterlingsgemeinschaften in Wiesen und Weiden zwischen 1977/1979 und 2002/2004 deutlich verändert hat. 31 Arten zeigten eine signifikante Abnahme in der Häufigkeit. Vor allem Arten, die auf extensiv bewirtschaftetes Grasland angewiesen sind, erlitten Verluste [179].

In der Region Basel sind seit 1980 ein Fünftel der Grossschmetterlingsarten verschwunden [180]. Viele einst weit verbreitete Arten kommen nur noch an wenigen Stellen vor.

Im Kanton Wallis konnten in einem zwei Quadratkilometer grossen, extensiv bewirtschafteten Landschaftsausschnitt 247 Arten von Wildbienen festgestellt werden [181]. Eine gleich grosse Fläche im landwirtschaftlich intensiv genutzten Mittelland beherbergte im Durchschnitt weniger als 15 Arten.



Zwischen 1900 und 2010 sind in der Schweiz 95% der Trockenwiesen und -weiden verschwunden [135].

Massnahmen zeigen Erfolg im Agrarland

Ökologisch wertvolle Biodiversitätsförderflächen

Wissenschaftlich begleitete Aufwertungsprojekte haben gezeigt, dass mit genügend wertvollen Flächen die typische Biodiversität der Kulturlandschaft gefördert werden kann [182, 183]. Beispielsweise nehmen die Bestände typischer Kulturlandvogelarten stark zu, wenn der Anteil ökologisch wertvoller Biodiversitätsförderflächen erhöht wird [184]. Innerhalb von acht Jahren stieg in einem Projektgebiet bei Genf die Anzahl Brutpaare beim Schwarzkehlchen von 11 auf 49 Paare, bei der Dorngrasmücke von 6 auf 62. Der Grauammerbestand erhöhte sich von 2 auf 36 Reviere, der Bestand des Orpheusspötters von 13 auf 38 Reviere.

Im Grossen Moos konnten in Teilgebieten mit einem hohen Anteil an ökologischen Vorrangflächen deutlich mehr Arten mit positiven als mit negativen Bestandstrends registriert werden. In Teilgebieten mit einem tiefen Anteil an ökologischen Vorrangflächen waren hingegen alle Bestandstrends negativ [185].

Bei den heute mehrheitlich üblichen Erntetechniken überleben nur wenige Tiere in den Wiesen [186]. Auf den Einsatz von Aufbereitern, die das frisch geschnittene Gras quetschen, sollte deshalb in Ökowiesen generell verzichtet werden [187].

In ungeschnittenen Bereichen ist die Heuschreckendichte am Ende der Erntezeit zwei bis drei Mal höher als vorher [188]. Das Belassen von ungeschnittenen, jährlich rotierenden Bereichen wird empfohlen, um Wiesen bewohnenden Tieren das Überleben zu sichern.

Beratung

Eine gesamtbetriebliche, praxisnahe Beratung der Landwirte, die ökologische und betriebsspezifische Aspekte einbezieht, steigert die Quantität und Qualität von Ökoausgleichsmassnahmen ohne negative Auswirkungen auf Produktion und Betriebswirtschaft [189]. Der Anteil an Biodiversitätsförderflächen mit Qualität nach Ökoqualitätsverordnung stieg nach einer entsprechenden Beratung von 3,3 auf 8,5% der Nutzfläche deutlich an; das Betriebseinkommen erhöhte sich um durchschnittlich 3500 CHF pro Betrieb.

Biodiversitätsfreundliche Produktionssysteme

Mittlerweile gibt es viele Modelle zur Förderung der Artenvielfalt in der landwirtschaftlichen Produktion. Sie zeigen, dass Nahrungsmittelproduktion und Ökologie keine Gegensätze sind und dass die Schweiz die Biodiversitätsziele erreichen kann, wenn alle Akteure der Wertschöpfungskette die aufgezeigten Wege positiv mitgestalten [190].

In einem gemeinsamen Projekt von Landwirten, einer Produzentenorganisation, Detailhandel und Wissenschaft nahmen zwischen 2010 und 2012 auf fast 10 000 Landwirtschaftsbetrieben die wertvollen Lebensräume stark zu: Blumenwiesen um 50%, wertvolle Weiden um 55%, arten- und strukturreiche Hecken um 61% [191].

Auf biologisch bewirtschafteten Feldern ist die Artenvielfalt um durchschnittlich 30% höher als auf Feldern, die konventionell bewirtschaftet werden [192]. Biologisch bewirtschaftete Äcker weisen beispielsweise eine höhere Artenvielfalt und Dichte der Ackerbegleitflora auf als konventionell bewirtschaftete Äcker [193]. Von der biologischen Bewirtschaftung werden gewisse Ökosystemleistungen gestärkt. Relevante Beispiele sind die natürliche Schädlingskontrolle [194–196] und die natürliche Bestäubung [197, 198].

Biobetriebe in der Schweiz haben einen höheren Anteil an Biodiversitätsförderflächen als Nicht-Biobetriebe [199]. Für eine umfassende Förderung der biologischen Vielfalt sind allerdings auch im biologischen Landbau zusätzliche, spezifische Massnahmen nötig [200].

Vernetzung

Um Lebensräume zu vernetzen, reichen oft vergleichsweise kleine Elemente, die nicht viel Fläche in Anspruch nehmen. In einem Experiment mit Kirschbäumen wurden so die Blattlausfeinde gefördert, und durch die höhere Zahl an Wildbienen wurden Befruchtung und Ernte erhöht [201].

Tier- und pflanzengenetische Ressourcen

Mittlerweile gelten in der Schweiz 18 700 Sorten von 245 Kulturpflanzenarten als gesichert [202]. Insgesamt konnte der Verlust an Sorten gestoppt werden [203].

Die rein konservierenden Massnahmen sollten durch nutzungsfördernde Massnahmen (z.B. on farm-Erhaltung, Erhaltungszuchtprogramme) ergänzt werden [204].

Flächenziele

für die Erhaltung der Biodiversität und der Ökosystemleistungen

Anteil von Flächen mit ökologischer Qualität im Kulturland:
Ist- und Sollzustand [205]

	heute (geschätzt)	Sollwert
Talzone	2,2–4,0%	10% (8–12)
Hügelzone	3,5–4,5%	12% (10–14)
Bergzone I	3–4,5%	13% (12–15)
Bergzone II	4,8–10%	17% (15–20)
Bergzone III	20–40%	30% (20–40)
Bergzone IV	40–50%	45% (40–50)
LN gesamt	6–10%	16% (12–20)
Sömmerungsgebiet	40–60%	45% (40–60)

Wald

Natürlicherweise wäre die Schweiz zu 74% mit Wald bedeckt [206]. Die ursprünglich waldfreien Gebiete liegen vor allem oberhalb der Waldgrenze; hinzu kommen Gewässer und Feuchtgebiete. Heute bedeckt der Wald 31% der Landesfläche.

Die Vielfalt an Standortfaktoren in der Schweiz (z.B. Höhenlage, Klima, Relief, Niederschlag, Geologie, Böden) hat rund 120 verschiedene Waldtypen entstehen lassen [207]. Die jahrhundertelange Nutzung hat durch bestimmte Bewirtschaftungsformen (z.B. Mittelwald, Wytweiden) zusätzliche, meist lichte Wald-Lebensräume geschaffen.

Andererseits gibt es im Schweizer Wald kaum mehr Waldflächen mit natürlicher Dynamik. Deren auffälligste Merkmale sind alte Bäume und der grosse Anteil an stehendem oder liegendem Totholz. In Buchenurwäldern beträgt das Verhältnis zwischen totem und lebendem Holz durchschnittlich 1:4 bis 1:5 [208]. In Urwäldern mit Tannen oder Eichen, deren Holz sich viel langsamer zersetzt, können die Totholz mengen deutlich höher sein. Im Extremfall kann der Totholzanteil bis zu 40 Prozent des gesamten Holzvorrates ausmachen [209].

Dort, wo dominante Bäume absterben oder umgefallen sind, entstehen kleine Lichtungen. Kräuter besiedeln diese Flächen; später wächst hier die nächste Baumgeneration.

Bei Buchen liegt die Altersgrenze je nach Standort bei 350 bis 500 Jahren, bei Tannen sogar deutlich höher [210]. Erst an Buchen über 180 Jahren und Eichen über 300 Jahren kommt es verstärkt zur Ausbildung von ökologisch wertvollen Strukturen der Alters- und Zerfallsphase [211]. Im heutigen Wirtschaftswald werden die Bäume früher entnommen.

Der heutige Wald unterscheidet sich damit deutlich von den ursprünglichen europäischen Urwäldern [212]. Er ist aber bei uns trotzdem ein meist naturnahes Ökosystem.


Für die Erhaltung der Biodiversität spielen Wälder eine zentrale Rolle. Hier leben 495 Millionen Bäume, die zu 7 Nadel- und 40 Laubbaumarten gehören [213]. Der Wald bietet insgesamt rund 32 000 Tier- und Pflanzenarten einen Lebensraum [214]. 36% der Tierarten und 38% der Pflanzenarten in der Schweiz gelten als eigentliche Waldarten, sind also ganz oder teilweise auf den Wald als Lebensraum angewiesen [215]. Rund die Hälfte der insgesamt etwa 3500 als national prioritär eingestuften Arten lebt im Wald [216].

Der Schweizer Wald wird gemäss den Vorgaben des naturnahen Waldbaus bewirtschaftet. Damit die Arten aller Lebensphasen eines Waldes langfristig überleben können, sind aber zusätzliche Anstrengungen nötig. So braucht es sowohl offene, ausgelichtete Waldbestände als auch klein- und grossflächig ungenutzte Wälder mit natürlicher Dynamik, die auch jenen Arten Lebensraum bieten, die auf alte, dicke Bäume und grössere Mengen an stehendem und liegendem Totholz angewiesen sind [217].

Die zahlreichen Bestrebungen der letzten Jahre und Jahrzehnte zeigen, dass diesen Forderungen zunehmend entsprochen wird. Die Herausforderung besteht nun darin, diese Errungenschaften auch angesichts eines erhöhten Bedarfs an Energieholz langfristig zu halten und auf die ganze Waldfläche auszudehnen.

Wichtige Ökosystemleistungen

- Holzproduktion (Bau-, Werk- und Energieholz)
- Schutz vor Naturgefahren (Hochwasser, Lawinen, Steinschlag, Murgänge)
- Erholungsraum
- Abbau von Schadstoffen und Wasserreinigung
- Klimaschutz/Kohlenstoffspeicherung
- Klimaregulierung (Temperatur)
- Luftreinigung
- Wild, Pilze, Beeren
- Inspiration



Bei 32% der 117 000 km
Waldränder der Schweiz ist
die Strukturvielfalt gering.

Ursachen des Biodiversitätsverlusts im Wald

Wälder in Mitteleuropa wachsen auch ohne menschliche Eingriffe. Sie gehören deshalb zu unseren natürlichsten Ökosystemen. Infolge der Nutzung des Waldes durch den Menschen haben sich allerdings die Struktur des Ökosystems und dessen Biodiversität verändert [218]. Die Ausbreitungsmöglichkeiten, die Bestandsgrößen und das Überleben vieler Arten, die auf Licht, auf feuchte Standorte, auf alte Bäume und Totholz angewiesen sind, sind stark eingeschränkt. Drei Viertel der gefährdeten Waldflechten der Schweiz sind beispielsweise auf alte Bäume angewiesen [219].

Zwar gelten fast 60% des Schweizer Wirtschaftswaldes als naturnah [220]; dabei handelt es sich aber meist um die gleichen, mittleren Sukzessionsstadien [221]. Es dominieren Entwicklungsphasen, in denen der Wald vorratsreich, aber auch schattig und daher eher artenarm ist. Im vergangenen Jahrhundert wurden zudem einige wenige Baumarten einseitig gefördert, was bis heute Spuren im Wald hinterlassen hat.

Defizite bestehen vor allem bei den lichten Pionier- und bei den tot- und altholzreichen späten Entwicklungsphasen des Waldes. Zum Vergleich: In Urwäldern Europas erreichen die Stadien der späten Entwicklungsphasen einen Flächenanteil von 20 bis 58% der gesamten Waldfläche [222]. Ebenfalls selten geworden sind die vom Menschen geschaffenen lichtreichen Waldtypen wie Mittelwälder.

Ursachen

Dominanz der mittleren (licht- und totholz-armen) Sukzessionsstadien

Entwässerung feuchter Waldstandorte (früher)

Anpflanzung von Monokulturen (früher)

Fehlende Vernetzung von Waldflächen in späten Entwicklungsphasen

Stickstoffeintrag über die Luft

Scharfe Abgrenzung zum Agrarland (strukturarme Waldränder)

Verdunkelung der Wälder und Mangel an lichten Waldstandorten

Verlust von traditionellen Waldnutzungsformen

Klimawandel

Mangel an alten Bäumen (Habitatbäume)

Mangel an stehendem und liegendem Totholz

Standortfremde Baumartenzusammensetzung

Invasive gebietsfremde Arten

Störungen von Wildtieren durch Erholung und Tourismus

Zahlen und Fakten zum Zustand des Waldes

Nationale Ebene

Fläche

Unberührte Wälder existieren in der Schweiz praktisch nicht mehr (0,01% der Waldfläche) [223].

Es gibt allerdings Gebiete, die noch relativ wenig verändert wurden. Dazu gehören die vielen kleinen, unzugänglichen Waldstücke, die an steilen Felshängen und auf Gräten stocken und deshalb kaum bewirtschaftet worden sind. Diese umfassen etwa 2,7% der gesamten Waldfläche [224].

Reservate

Die Zahl und Fläche der Waldreservate ist seit 2001 deutlich gestiegen. Der Anteil Naturwaldreservate an der Schweizer Waldfläche beträgt 2,5%; zusammen mit den Sonderwaldreservaten ergibt sich eine geschützte Fläche von 4,7% [225]. Damit ist das waldpolitische Ziel von 10% für das Jahr 2030 knapp zur Hälfte erreicht [226]. Allerdings sind die Reservate ungleichmässig über die Schweiz verteilt, und einige ökologisch wertvolle Waldtypen sind bisher kaum vertreten.

Lebensraumqualität

In der Gesamtbilanz von Naturnähe und Strukturvielfalt hat die ökologische Qualität der Waldbestände seit den 1980er-Jahren zugenommen [227].

Totholz

Rund ein Viertel der gesamten Waldfauna kann ohne Totholz nicht überleben (u.a. >1700 Käferarten, 2700 höhere Pilzarten) [228].

Das Volumen an liegendem und stehendem Totholz hat seit den 1980er-Jahren zugenommen und beträgt aktuell im Durchschnitt 24 m³/ha [229]. Vor allem den Wäldern im Jura (17 m³/ha) und im Mittelland (16 m³/ha) fehlt es allerdings an dem für viele Arten der Laubwälder erforderlichen Volumen von 30 bis 50 m³/ha [230] und an grossen abgestorbenen Stämmen [231].

Für die anspruchsvollsten Arten sind daher zusätzlich Altholzinseln und Naturwaldreservate mit deutlich höheren Totholzvolumen notwendig.

Durch die vermehrte Nutzung von Energieholz, bei der nicht nur das Stammholz aus dem Wald entfernt wird, sondern auch die Krone und ökologisch wertvolle Bäume mit tiefer Holzqualität, könnte der Totholzanteil ohne Gegenmassnahmen in Zukunft wieder sinken [232].

Lichtangebot

In den Schweizer Wäldern sind die Holzvorräte im vergangenen Jahrhundert deutlich gestiegen: Um das Jahr 1950 gab es in den Wäldern ein Baumvolumen von rund 250 Kubikmetern pro Hektare; 50 Jahre später waren es 346 Kubikmeter [233]. Der Wald ist entsprechend dichter und damit dunkler geworden. Die Lichtarmut gefährdet viele Arten [234].

Seit rund zwei Jahrzehnten zeigen die Veränderungen des Holzvorrates grosse regionale Unterschiede. Landesweit hat der Holzvorrat im Schweizer Wald zwischen 2004/2006 und 2009/2013 um 1,5% zugenommen [235]. Die Zunahme fand vor allem im Alpenraum statt. Im mittleren und östlichen Mittelland wie auch im östlichen Jura hat der Holzvorrat dagegen abgenommen. In diesen gut zugänglichen Gebieten lagen Nutzung und Mortalität um rund 20% über dem Zuwachs [236].

Waldränder

Die Waldrandlänge beträgt 117 000 km. 32% aller Waldränder haben eine geringe Strukturvielfalt [237]. Der Anteil mit hoher Strukturvielfalt hat sich zwischen 1993/1995 und 2004/2006 von 34% auf 38% erhöht.

Klimawandel

Der Klimawandel führt dazu, dass die Fichte an vielen Standorten von der Buche verdrängt wird [238]. Im Wallis hat die Föhre zunehmend Mühe, sich zu halten; dafür profitiert die Flaumeiche von den veränderten klimatischen Bedingungen [239].

Der Klimawandel hat negative Auswirkungen auf biodiversitätsrelevante Waldstrukturen und Bergwaldvogelarten mit Indikatorfunktion für strukturreiche Wälder (Reduktion der Habitatqualität um bis zu 35%). Die prognostizierten Auswirkungen können nur teilweise durch Habitatmanagement kompensiert werden [240].

Stickstoffeinträge

Auf 95% der Schweizer Waldfläche werden die waldspezifischen «kritischen Belastungsgrenzen» für Stickstoffeinträge übertroffen. Die Stickstoffeinträge in der Schweiz rufen deutliche Veränderungen im Ökosystem Wald hervor [241].

Artenvielfalt

In den Wäldern des Mittellands wurden zwischen 1940/1965 und 1998 deutliche Veränderungen der Pflanzenvielfalt registriert, wofür die zunehmende Lichtarmut und die Erhöhung des Nährstoffangebots durch Stickstoffeinträge über die Luft verantwortlich gemacht werden [242]. 75% aller Arten wurden seltener. Die durchschnittliche Artenvielfalt pro Untersuchungsfläche sank von 41 auf 26.

Der durchschnittliche Holzvorrat der meist standortfremden Fichte im Mittelland hat zwischen 2004/2006 und 2009/2013 um mehr als 9% abgenommen. Das Volumen der genutzten und abgestorbenen Bäume übertraf hier den Holzzuwachs um durchschnittlich 42%. Auf den meisten der genutzten Flächen wachsen mehrheitlich Laubbäume nach [243].

Invasive Arten

Auf 0,6% der Waldfläche dominieren gebietsfremde Nutzholzarten [244].

Im Wald gibt es immer mehr invasive Organismen [245, 246].

Gartenabfälle, die illegal im Wald deponiert werden, sind ein noch wenig beachteter Eintragspfad für gebietsfremde Pflanzenarten in den Wald [247].



Im Schweizer Wirtschaftswald fehlen wichtige lichte sowie biomasseärmere, struktur- und totholzreiche Stadien der Waldsukzession (rot eingerahmt) [221].

Massnahmen zeigen Erfolg im Wald

Qualität und Fläche

Seit den 1980er-Jahren hat die ökologische Qualität des Waldes zugenommen. Der Forderung nach mehr Natur im Wald wird zunehmend entsprochen [248]: Immer mehr Waldbewirtschafter bauen Vorräte ab, lassen alte Bewirtschaftungsformen wieder zu, erhöhen die Baumarten- und Strukturvielfalt, fördern neben der Holznutzung auch Altholzinseln und Totholz und scheiden die geforderten Waldreservate aus. Diese Bemühungen gilt es zu unterstützen und auf die ganze Waldfläche auszudehnen.

Waldreservate

74% der Bevölkerung befürworten die Einrichtung von Waldreservaten ohne Holznutzung [249].

Nur durch die Nutzung der beiden komplementären Instrumente Naturwaldreservat und Sonderwaldreservat kann das gesamte Spektrum der Waldbiodiversität erhalten und gefördert werden [250].

Zahlungsbereitschaft

Die Schweizer Bevölkerung ist bereit, 140 bis 270 Millionen Franken pro Jahr für die Förderung der Waldbiodiversität auszugeben. Die Zahlungsbereitschaft ist besonders hoch für bedrohte Tier- und Baumarten sowie für die Naturbelassenheit von Wäldern [251].

Totholz

Das Totholzvolumen hat sich im Zeitraum 1993/95 bis 2009/13 verdoppelt [252], vor allem als Folge des Sturms Lothar, des zunehmenden Verständnisses für die ökologische Bedeutung des Totholzes und des tiefen Holzpreises.

Im gleichen Zeitraum wuchsen die Bestände mehrerer Waldvogelarten, für die Totholz ein wesentliches Lebensraumelement ist [253]. Auch einzelne xylobionte Käfer zeigen einen positiven Trend, so zum Beispiel der Alpenbock; viele andere Arten zeigen dagegen weiterhin einen negativen Trend [254].

Artenvielfalt

Erfolgskontrollen zeigen, dass Massnahmen zur Schaffung lichter Strukturen im Wald seltene Arten fördern [255].

In Flächen, die vom Sturm Lothar betroffen sind, ist die Vielfalt an Pflanzenarten 12 Jahre nach dem Naturereignis dreimal höher als in vergleichbaren, nicht beeinträchtigten Waldflächen [256].

Biologische Vielfalt ist die beste Versicherung gegen den Klimawandel: Je mehr Arten im Jungwuchs vorkommen, desto wahrscheinlicher ist es, dass auch einige dabei sind, die den neuen Bedingungen standhalten [257, 258].

A photograph of pink lily flowers (Lilium) in a forest setting. The flowers are in various stages of bloom, with some fully open and others as buds. The background is a blurred green forest floor.

**Flächenziele
für die Erhaltung der Biodiversität
und der Ökosystemleistungen [259, 260]**

**Für temporäre oder permanent lichte Wälder:
5 bis 15% der Waldfläche.**

**Für Wälder, die ihren ganzen Lebenszyklus
durchlaufen: 10 bis 30%.**

**2 bis 5 Altholzinseln pro km² (Flächenanteil
von 2 bis 5%)**

**5 bis 10 Habitatbäume pro Hektare ermög-
lichen einen funktionellen Verbund von Wald-
flächen in späten Entwicklungsphasen.**

Alpiner und subalpiner Raum

Der weltweit kälteste Ort, an dem eine Blütenpflanze nachgewiesen wurde, liegt in der Schweiz, und zwar auf rund 4500 Meter über Meer, gleich unterhalb der Spitze des Doms in einer Südost exponierten Mulde des Gipfelgrates [261]. Nur an etwa 60 Tagen taut dort der Wurzelraum kurzfristig auf, mit einer Durchschnittstemperatur von 2,6 °C während dieser Zeit.

Eine mehr oder weniger geschlossene Vegetationsdecke aus alpinen Rasen, Matten, Staudenfluren und Polsterpflanzen kann sich allerdings erst unterhalb von 3000 m ü.M. bilden. Das Überleben gelingt dank eines raschen saisonalen Entwicklungszyklus und gedrungem Wuchs, der unter Sonneneinstrahlung eine Erwärmung bewirkt, die der Lufttemperatur in Tallagen entspricht [262].


Trotz der für unser Empfinden ungemütlichen Verhältnisse sind die Alpengebiete über der Waldgrenze ein Hotspot der Biodiversität. Die topografische Heterogenität führt zu einem Mosaik aus Klein- und Kleinstlebensräumen [263]. 600 Arten von Blütenpflanzen leben ausschliesslich in der alpinen Zone oder haben hier ihren Verbreitungsschwerpunkt – das sind ein Fünftel aller einheimischen Pflanzenarten.

Die Hälfte des heutigen Sömmerungsgebiets in der Schweiz war ursprünglich bewaldet [264]. Durch Rodungen im Mittelalter und der damit verbundenen Absenkung der Waldgrenze hat sich die Fläche des Graslands in den Berggebieten stark vergrössert. Neue, artenreiche Lebensräume sind entstanden.

Tourismus, Sport und Alpwirtschaft nutzen die subalpine und die alpine Zone. Jedes Jahr ziehen 17 000 Äplerinnen und Äpler mit ihren Tieren über die Waldgrenze [265]. Für die Bevölkerung sind die Berggebiete ein wichtiger Anker für Traditionen und Identitäten.

Wichtige Ökosystemleistungen

- ▶ Schutz vor Naturgefahren (Erosion, Lawinen, Hochwasser)
- ▶ Erholungsraum
- ▶ Tourismus
- ▶ Inspiration und Identifikation
- ▶ Futtermittel
- ▶ Angebot an Trink- und Brauchwasser
- ▶ Luftreinigung
- ▶ Klimaregulierung
- ▶ Genetische Ressourcen (z.B. für Futterpflanzen)
- ▶ Medizinische Ressourcen (z.B. Heilpflanzen)
- ▶ Wild, Beeren



Bei einer starken Klima-
erwärmung wird das
Schneehuhn einen Fünftel
seines Verbreitungsareals
verlieren.

Ursachen des Biodiversitätsverlusts im alpinen und subalpinen Raum

Die Biodiversität der subalpinen und alpinen Zone ist aufgrund des geringeren Nutzungsdrucks in einem viel besseren Zustand als diejenige im Mittelland. Lokal können Tourismus, Sport und Freizeitnutzung problematisch sein, auf regionaler Ebene kann der Rückzug der Landwirtschaft oder eine nicht nachhaltige Sömmerung Probleme verursachen. Eine flächendeckende Bedrohung ist der Stickstoffeintrag aus der Atmosphäre.

Der Klimawandel wird sich vor allem indirekt negativ auf die Biodiversität in der alpinen Zone auswirken. Weil die höheren Temperaturen das Gras im Grünland rascher wachsen lassen, reduziert sich das Lichtangebot, was zu einem Rückgang an Arten führen kann. Bestimmte Lebensräume im Gipfelbereich werden schrumpfen.

Ursachen

Klimawandel

Stickstoffeintrag über die Luft

Skipistenplanung

Kunstschnee

Nutzungsaufgabe

Übernutzung der Alpweiden

Flächenverbrauch durch Energieproduktion

Freizeitaktivitäten abseits von Wegen
und Pisten

Zahlen und Fakten zum Zustand des alpinen und subalpinen Raums

Nationale Ebene

Fläche

Auf etwa 60% des Sömmerungsgebietes (das 13% der Landesfläche umfasst) ist die potenziell natürliche Vegetation der Wald [266]. Jedes Jahr werden in der Schweiz 2400 Hektaren Sömmerungsweiden zu Wald, weil sich die Nutzung aus ökonomischen Gründen nicht mehr lohnt [267]. Dies entspricht der Fläche des Walensees.

Die Waldausdehnung findet zu 93% auf artenreichen Wiesen und Weiden statt [268].

Besonders stark breiten sich Grünerlen aus. Diese Büsche überwachsen artenreiche Wiesen und Weiden, verhindern die Rückkehr des Bergwaldes und führen aufgrund der Stickstofffixierung aus der Luft zu Nährstoffbelastungen für Gewässer und Boden [269].

Direktzahlungen

Das Sömmerungsgebiet macht etwa einen Drittel der landwirtschaftlich genutzten Fläche der Schweiz aus. Allerdings fliessen nur 4% der landwirtschaftlichen Direktzahlungen des Bundes in diese Region [270].

Stickstoffeinträge

Bis zu zehn Kilogramm Stickstoff gelangen pro Hektare und Jahr über die Atmosphäre in die Böden der alpinen Zone und düngen die an geringe Nährstoffgehalte angepassten Lebensgemeinschaften. In einem Experiment konnte gezeigt werden, dass eine solche Stickstoffdüngung nach vier Jahren den Anteil an Gräsern im Pflanzenbestand deutlich erhöht [271]. Längerfristig führt diese Entwicklung dazu, dass Kräuter verdrängt werden.

Klimawandel

Der Vergleich zwischen historischen und heutigen Pflanzeninventaren auf verschiedenen Berggipfeln gibt Aufschluss darüber, wie der Klimawandel die

Artenvielfalt verändert. Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass heute deutlich mehr Pflanzenarten im Gipfelbereich wachsen als vor hundert Jahren [272]. Auf 37 untersuchten Gipfeln hat die Artenvielfalt um 86% zugenommen [273]. Unklar ist, ob diese Veränderungen in der Artenzusammensetzung langfristig typische Pflanzenarten der Gipfelfluren verdrängen.

Gemäss Biodiversitätsmonitoring Schweiz sind subalpine und alpine Pflanzenarten zwischen 2001/2002 und 2006/2007 im Durchschnitt um rund 13 Höhenmeter nach oben gewandert [274].

Für die alpinen Vogelarten zeigt der «Swiss Bird Index» SBI® einen generell positiven Bestandstrend. Der Bestand des Alpenschneehuhns entwickelt sich dagegen negativ. Modellrechnungen zufolge wird das Schneehuhn aufgrund der Klimaerwärmung bei einer Erhöhung der Durchschnittstemperaturen um 3,9 °C bis im Jahr 2070 fast ein Fünftel seines Verbreitungsareals verlieren [275].

Wintersport

Rund 1% der Schweizer Alpen wird als Skipiste genutzt. Maschinelle Eingriffe zur Planierung der Oberfläche beeinträchtigen die Vegetation. Auch mehrere Jahre nach einem Eingriff sind Flächen auf Skipisten artenärmer, weniger stark von Vegetation bedeckt und landwirtschaftlich weniger produktiv [276]. In der Schweiz wird zurzeit über ein Drittel der Skipistenfläche technisch beschneit.

Der Einsatz von Kunstschnee beeinflusst die spezialisierte Alpenflora. Er führt zum Eintrag von Nährstoffen und zusätzlichem Wasser und bewirkt einen Rückgang von genügsamen und konkurrenzschwachen Pflanzenarten. Die Veränderung der Artenzusammensetzung durch den Einsatz von Kunstschnee kann besonders in nährstoffarmen Mooren und Trockenrasen problematisch sein [277].

Bei Begrünungen im Zusammenhang mit dem Bau von Strassen oder der Einrichtung von Skipisten wird oftmals kommerziell produziertes Saatgut eingesetzt. Es stammt aus andern Regionen der Schweiz ; gewisse Arten sind in den

Alpen gar nicht heimisch. Dies benachteiligt die natürliche Vegetation und führt zu einer genetischen Verarmung der an und für sich sehr vielfältigen und speziell angepassten alpinen Populationen. Für die Ansaat von Wildpflanzen hat die Schweizerische Kommission für die Erhaltung von Wildpflanzen deshalb Empfehlungen verabschiedet [278].

Wintersportaktivitäten abseits von Wegen, Routen und Pisten sind eine grosse Belastung für Wildtiere. Die dabei erzeugten Fluchten führen zu hohen Energieverlusten mit negativen Folgen für die körperliche Verfassung und das Überleben der Tiere im Winter. Dies hat deutliche negative Auswirkungen auf die Populationsdynamik [279]. Luftfahrzeuge erreichen besonders unwegsame und abgelegene Gebiete im Gebirge [280, 281].

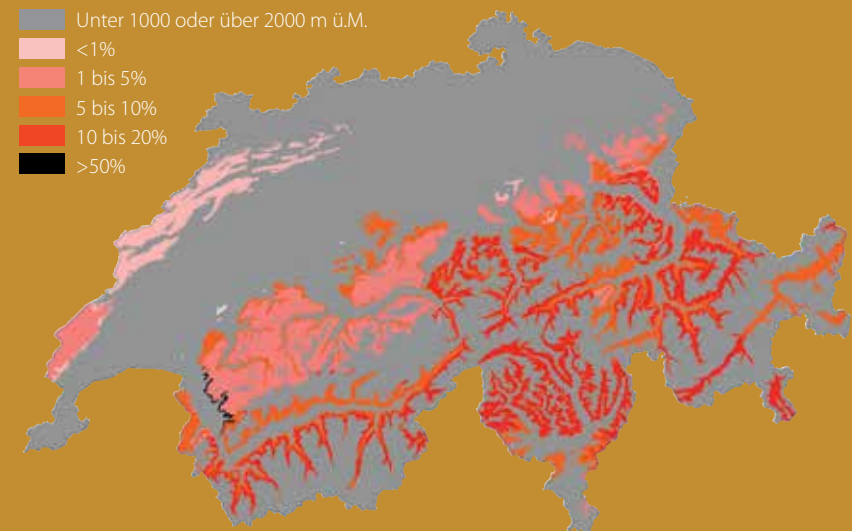
Verbrachung

In brachgefallenen Wiesen kommen über 70% der typischen Magerwiesenarten deutlich seltener vor als in ungedüngten, regelmässig gemähten Wiesen [282]. In der Krautschicht nehmen nach einer Nutzungsaufgabe vor allem grasartige Pflanzen stark zu [282].

Regionale und lokale Ebene

Fläche

In der alpinen Zone wurde auf vielen steilen und abgelegenen Flächen Wildheu geerntet. Heute spielt diese Nutzung kaum noch eine Rolle. In einer brachliegenden Wildheufäche über der Baumgrenze im Kanton Uri wurde innerhalb von 10 Jahren ein Artenrückgang von über 30% nachgewiesen [283].



Für das Jahr 2021 modellierte potenzielle Anteile an wiederbewaldeten Flächen in den Berggebieten [264]. Mit der Wiederbewaldung verschwinden wertvolle Trockenwiesen und -weiden.

Massnahmen zeigen Erfolg im alpinen Raum

Extensive Nutzung

Auf Wildheuf Flächen, die wieder reaktiviert wurden, stieg die Artenvielfalt innerhalb von 10 Jahren um bis zu 20% [284]. Die Streuauflage, der dichte Grasfilz und die grobstängelige Vegetation, welche die Artenvielfalt auf der nicht mehr genutzten Fläche gefährden, verschwinden bereits nach zweimaligem Mähen.

Renaturierung

Eine hohe Pflanzenvielfalt ist für den Erosionsschutz in gestörten alpinen Flächen von zentraler Bedeutung [285]. Diese Erkenntnis ist wichtig für eine schonende und standortgerechte Renaturierung im Alpenraum.

Wildruhezonen

Wildruhezonen sind in verschiedenen Regionen der Alpen umgesetzt worden, um die Konflikte zwischen Mensch und Wildtieren zu vermindern. Die Forschung hat dazu beigetragen, Wildruhezonen dort zu planen, wo die Konflikte am grössten sind [286, 287].

Sensibilisierung

Die Kampagne «Respektiere deine Grenzen» hat zum Ziel, Schneesportlerinnen und Schneesportler abseits der Pisten für die Bedürfnisse der Wildtiere zu sensibilisieren. Eine erste repräsentative Umfrage hat ergeben, dass die Kampagne bei 43% der 1000 Befragten bekannt war [288].



Siedlungen

7,5% der Schweiz sind Siedlungsfläche [289]. Gärten, Park- und Friedhofanlagen, Schuttflächen, Brachen, Böschungen, Strassenränder, Kieswege, begrünte Flachdächer, Wandfassaden, Mauerritzen und gepflasterte Plätze bilden ein vielfältiges Lebensraummosaik [290].

Die grosse Dynamik in den Siedlungen kommt vor allem den Pionierarten zugute. Als Wärme- und Trockeninseln bieten Siedlungen zudem verschiedenen wärmeliebenden Arten geeignete Lebensbedingungen. Weitere Arten finden in Städten zusätzliche Lebensräume, beispielsweise ursprüngliche Felsenbewohner wie der Hausrotschwanz oder der Alpensegler [291].

Auf unversiegelten Flächen wie Bahnarealen, Parks und Zoologischen Gärten, aber auch Bahnböschungen findet sich teilweise eine hohe Anzahl an Arten [292]. Im Zoo Basel wurden beispielsweise auf einer Fläche von nur 11,6 Hektaren insgesamt 3110 Arten von freilebenden Pflanzen, Pilzen und Tieren nachgewiesen. Dies sind rund 7% aller in der Schweiz vorkommenden Arten [293]. Auch das erste Inventar auf dem Gebiet der Stadt Genf brachte 2013 Überraschendes zutage: Auf einer Fläche von 50 Hektaren (rund 3% der Gemeindefläche) wurden 771 Arten von Pflanzen, Moosen und Flechten entdeckt. Dies entspricht 36% aller im Kanton Genf bekannten Arten [294], darunter zahlreiche im Kanton oder in der Schweiz gefährdete Arten. Zahlreiche weitere Beispiele zeigen, dass dem Siedlungsraum eine gewisse Bedeutung bei der Erhaltung und Förderung der Biodiversität zukommt [295–304].

Die Artenvielfalt steigt mit zunehmender Grösse, mit der Heterogenität und mit dem Alter der Grünanlagen, wobei der Grünflächenunterhalt ebenfalls einen grossen Einfluss hat [305–307]. Je nach Artengruppe weist der Siedlungsraum höhere Artenzahlen als der Wald oder das Landwirtschaftsgebiet auf, obwohl das

ökologische Potenzial in den beiden letztgenannten Ökosystemen deutlich höher ist [308].

Einige wenige Arten sind Siedlungsspezialisten und leben bevorzugt in diesem Lebensraum [309]. Beispielsweise nutzen 18 einheimische Fledermausarten regelmässig Gebäude [310]. Typisch für den Siedlungsraum sind kleine und meist isolierte Populationen von Tieren und Pflanzen. In Bezug auf das Mikroklima, die stofflichen Belastungen und die menschlichen Störungen sind Städte Extremlbensräume. Generell hängt die Biodiversität im bebauten Gebiet stark vom Angebot naturnaher Lebensräume im Umland ab und lässt sich nur zusammen mit diesen erhalten [311].

72% der Schweizerinnen und Schweizer leben heute in Agglomerationen. Naturerfahrungen machen sie vor allem in ihrer Alltagsumgebung. Die Bevölkerung bevorzugt dabei relativ komplexe, abwechslungs- und strukturreiche Grünräume im Siedlungsraum – Grünräume also, die auch eine hohe Biodiversität aufweisen. Bei einer Befragung von 1000 Haushalten mit Kindern in Bern und Lausanne nannten 92% «Grünräume/Natur» und 88% «Ruhe/Stille» im Umfeld als wichtige oder sehr wichtige Kriterien bei der Wohnungswahl [312]. Dies wird auch von Befragungen im Projekt BiodiverCity bestätigt [313].

Wichtige Ökosystemleistungen [314]

- Erholungs- und Begegnungsraum
- Naturerfahrung und Bildung
- Gesundheit und allgemeines Wohlbefinden
- Abbau von Schadstoffen
- Verbessertes Mikroklima
- Luftreinigung
- Lärmschutz durch Vegetation
- Hochwasserschutz
- Kulturerbe
- Inspiration und Ästhetik
- Erhöhung der Wohnqualität



**60% der Siedlungsfläche
sind versiegelt.**

Ursachen des Biodiversitätsverlusts in Siedlungen

Mehr als anderswo unterliegt die Biodiversität im Siedlungsraum der Beeinflussung durch den Menschen. Die Aufgabe oder die Neuaufnahme einer wirtschaftlichen Tätigkeit, technische Innovationen oder Nutzungsänderungen in einzelnen Zonen können ungewollt, aber sehr rasch einzelne Arten begünstigen, andere benachteiligen [315]. Man darf zudem nicht vergessen, dass die Biodiversität im Siedlungsgebiet sozusagen «am Tropf hängt»: Die Quelle ihres Reichtums befindet sich ausserhalb des Siedlungsgebiets.

Um der Zersiedlung der Landschaft entgegenzuwirken, wird im Siedlungsgebiet richtigerweise immer dichter gebaut. Die zunehmende Versiegelung kann allerdings, wenn sie unkoordiniert stattfindet, der Stadtnatur schaden. Auch der Grünflächenunterhalt und die neue Bauweise von Gebäuden (Renovationen und Neubauten), die nur noch wenige Unterschlupfe für Wildtiere zulässt, können problematisch sein.

Die zunehmende Verstädterung begünstigt anpassungsfähige, mobile und opportunistische Allerweltsarten, die keine speziellen Ansprüche an ihren Lebensraum stellen. Manche sind gebietsfremd, einige invasiv. Dies führt zu einer schleichenden Homogenisierung der Biodiversität, verbunden mit einer Verarmung der ursprünglichen Lebensgemeinschaften [316].

Ursachen

Bauliche Verdichtung

Mangelnde Berücksichtigung von gefährdeten Arten bei Bauvorhaben

Versiegelung von Grünflächen, Mauern und Ruderalflächen (z.B. ehemalige Industrieareale)

Eindolung von Fließgewässern

Zu intensiver Grünflächenunterhalt

Pflanzenschutzmittel

Dünger

Geringer Anteil an Gehölzen

Strukturarme Grünflächen

Naturferne Bepflanzung mit exotischen Arten

Geringer Anteil an einheimischen Arten

Verlust von Unterschlüpfen bei Gebäude-
renovationen

Moderne Fassaden ungeeignet für das Bauen von
natürlichen Nestern

Geringe Ausdehnung der einzelnen
Grünflächen

Fragmentierung und mangelnde
Vernetzung

Katzen

Lichtverschmutzung

Luftverschmutzung

Lärm

Verluste durch den Verkehr

Strassenentwässerungssysteme
(Verluste von Amphibien und Kleintieren)

Zahlen und Fakten zum Zustand der Siedlungen

Nationale Ebene

Fläche

Zwischen 1985 und 2009 hat die Siedlungsfläche der Schweiz um 584 km² zugenommen. Dies entspricht der Grösse des Genfersees [317]. Die neuen Siedlungsflächen waren zuvor zu 32% Ackerland, zu 33% Naturwiesen, zu 13% Obst-, Reb- und Gartenbauflächen und zu 9% Weiden; der Rest bestand aus Wald, Gehölzen, Alpwirtschaftsflächen und unproduktiven Flächen.

Seit den 1950er-Jahren wurden durch den Strassenbau 30 862 Hektaren Kulturland, 4336 Hektaren Gehölze und Streuobst, 2846 Kilometer Alleen und Hecken, 2209 Hektaren Wälder, 1492 Hektaren Moore und Feuchtgebiete sowie 1413 Kilometer Waldränder zerstört [318]. Viele ökologisch wertvolle Lebensräume sind dadurch verschwunden.

Lebensraumqualität

60% der Siedlungsfläche ist versiegelt (Gebäude, asphaltierte und betonierte Flächen) [319].

In Gebieten mit hoher Katzendichte sind die räuberischen Haustiere eine Bedrohung für einzelne Arten (v.a. Vögel, Reptilien) [320].

Infolge der Luftverschmutzung ist die Vielfalt an Baumflechtenarten in Schweizer Städten bis in die 1970er-Jahre stark zurückgegangen. Seither hat eine gewisse Erholung stattgefunden [321].

Seit 1996 gibt es im Mittelland keinen Quadratkilometer mehr mit absoluter Nachtdunkelheit [322]. Wissenschaftler schätzen, dass in den Sommermonaten an jeder Strassenlampe in Deutschland durchschnittlich 150 Insekten pro Nacht verenden. Unter den Opfern befinden sich auch bedrohte Arten [323]. Besonders verheerend für die Insektenfauna wirken sich Strassenbeleuchtungen in der Nähe von Gewässern aus [324].

Jedes Jahr sterben in der Schweiz über eine Million Vögel, weil sie mit Glasscheiben kollidieren [325].

Artenvielfalt

Unversiegelte Flächen im Siedlungsraum beherbergen im Vergleich zu Wäldern und zum Landwirtschaftsland im Durchschnitt mehr Gefässpflanzenarten [326].

Die Artenzahl der Gefässpflanzen hat im Siedlungsraum zwischen 2004 und 2013 leicht abgenommen [327].

Die Bestände von typischen Vögeln des Siedlungsgebiets zeigen seit den 1990er-Jahren einen leicht negativen Trend [328].

Der Bestand der Mehlschwalbe entwickelt sich negativ. Die grossflächige Versiegelung des bebauten Gebiets hat dazu geführt, dass die Mehlschwalbe kaum mehr Mörtel für ihre Nester findet. Zudem werden ihre Brutkolonien wegen Angst vor Verschmutzung an den Häusern oft nicht toleriert, und vielerorts fehlt es ihr auch an Nahrung [329].

Invasive Arten

Im Siedlungsraum leben überdurchschnittlich viele gebietsfremde Arten [330]. Der Siedlungsraum ist damit eine potenzielle Quelle für invasive Arten.

Regionale und lokale Ebene

Fläche

Die Ausdehnung des Siedlungsraums zerstört Naturwerte: In den Bauzonen von neun Gemeinden im Kanton Basel-Landschaft befinden sich im Vergleich mit der Landwirtschaftszone 6-mal mehr Bäume, 21-mal mehr punktförmige Landschaftselemente, 30-mal mehr lineare Landschaftselemente und 2,5-mal mehr flächige Landschaftselemente [331]. All diese Elemente gehen bei der Überbauung verloren.

Eine Untersuchung in vier Schweizer Städten hat ergeben, dass 35% der Fließgewässer in den vergangenen 130 Jahren eingedolt wurden (250 km). 44% aller Wasserpflanzenarten starben dadurch in den vier Städten aus [332].

Lebensraumqualität

Der Anteil naturnaher Gärten im Siedlungsraum ist tief und schwankt beispielsweise in der Gemeinde Binningen (BL) je nach Quartier zwischen 7 und 20% [333].

Artenvielfalt

Die Vielfalt im Siedlungsraum ist bedroht: Erhebungen im Kanton Aargau zeigen, dass die Artenvielfalt in diesem Ökosystem zwischen 1996 und 2009 kontinuierlich abgenommen hat [334]. Als Hauptursachen gelten Verdichtung, Versiegelung und der Wandel der Bauerndörfer zu Vorstädten der Agglomerationen.

In einem drei Hektaren grossen Park in Basel konnten bei einer wiederholten Vegetationsaufnahme nach acht Jahren 45 Pflanzenarten nicht mehr festgestellt werden, was teilweise mit der fortgeschrittenen Vegetationsentwicklung, aber auch mit der Nivellierung von Standortunterschieden durch eine neue Gartengestaltung erklärt wird [335].



Die Beliebtheit dieser Grünflächen im Siedlungsraum nimmt von links nach rechts zu [20].

Massnahmen zeigen Erfolg in Siedlungen

Lebensräume schaffen und aufwerten

Mit Unterstützung der Behörden wurden in den vergangenen 20 Jahren zahlreiche Grünareale in Schweizer Städten ökologisch aufgewertet oder neu angelegt. Der Anteil ökologisch wertvoller Flächen beträgt beispielsweise in der Stadt Zürich 15% [336]. 98 Hektaren sind Schutzgebiete, 500 Hektaren sind im Inventar der kommunalen Natur- und Landschaftsschutzobjekte der Stadt Zürich aufgelistet. Das Naturpotenzial ist aber noch längst nicht ausgeschöpft.

Dank extensiver Unterhalts- und Pflegemassnahmen weisen Wiesenstreifen entlang von Strassen und Schienen zunehmend eine hohe Artenvielfalt an Pflanzen, Reptilien und Insekten auf. Einige dieser Arten verschwanden durch die Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung aus den umliegenden Landwirtschaftsflächen [337, 338].

Durch die Begrünung von Flachdächern können Ersatzlebensräume geschaffen werden für Naturwerte, die beim Bau zerstört wurden. In Basel sind 23% der Flachdächer begrünt [339]. Dank Fördermitteln wurden allein zwischen 1995 und 1997 rund 7 Hektaren begrünt. Eine Evaluation hat allerdings ergeben, dass nur 10 bis 15% so angelegt sind, dass sie eine ökologische Qualität aufweisen [340].

Urbane Zentren können als Refugium dienen für gewisse Arten, deren natürliche Lebensräume zerstört oder verändert wurden. So wurde 2014 im Kanton Genf ein Aktionsplan erarbeitet für das Kahle Bruchkraut (*Herniaria glabra*), eine kleine einjährige Pflanze der Auen, deren Bestände entlang der natürlichen Fliessgewässer stark zurückgegangen sind. Im Stadtzentrum von Genf bestehen allerdings noch grössere Bestände auf dem Kopfsteinpflaster. Die Erhaltung dieser Flächen mit Sandfugen ist damit unabdingbar für den Schutz dieser Art [341].

335 Unternehmen wurden bis Mitte 2014 für ihre naturnahe Umgebungsgestaltung ausgezeichnet. Die von ihnen aufgewertete Fläche umfasst 2500 Hektaren [342].

Eine Befragung wichtiger Akteure kam zum Schluss, dass eine Verdoppelung der naturnahen Flächen im Siedlungsraum in der Schweiz bis 2020 möglich ist [343].

Mehr Natur in der Stadt oder im Dorf entlastet das Gemeindebudget, weil weniger Pflege notwendig ist bei gleichzeitig attraktiveren Grünflächen [344].

Biodiversitätsfreundliche Renovationen

Der Fledermausschutz Schweiz begleitet jedes Jahr rund 300 Renovationen, um die Bedürfnisse von Fledermäusen und Menschen in Einklang zu bringen [345].

In knapp vierzig regelmässig überwachten Kolonien in Ortschaften des Mittellandes hat der Bestand des Alpenseglers zwischen 1980 und 2007 von 100 auf 800 Brutpaare zugenommen [346].

Sensibilisierung

Seit 2001 wurden in der Stadt Zürich an 4290 Naturschultagen ca. 85 000 Schülerinnen und Schüler auf die vielfältigen Kreisläufe in der Natur aufmerksam gemacht [347].

Die Vielfalt der natürlichen Elemente in Naturerfahrungsräumen bietet Kindern mehr Gelegenheit zu abwechslungsreichen und selbstbestimmten Spielen als konventionelle Spielplätze. Auf Flächen mit naturorientierter Ausstattung sind die Spielabläufe beispielsweise wesentlich komplexer. Auch bei den Eltern stösst das Angebot an Naturflächen auf grosse Zustimmung. Eine Studie mit 500 Kindern aus Basel zeigt, dass Kinder naturnahe Spielbereiche, -flächen und -materialien schätzen [348].

Flächenziele

für die Erhaltung der Biodiversität und der Ökosystemleistungen

Sachverständige schätzen, dass für die Erhaltung der Biodiversität und von Ökosystemleistungen im Siedlungsraum 18% der Siedlungsfläche aus naturnahen Grünflächen bestehen sollten. Hinzu kommen pro Quadratkilometer 13 Einzelbäume oder andere Gehölze und mehrere unversiegelte Kleinflächen. Der Anteil an Ruderalflächen im Siedlungsraum müsste mindestens verdoppelt werden [349].





Die globale Verantwortung der Schweiz

Die Biodiversitätskrise ist ein globales Phänomen:

- Ein internationales Forscherteam hat im Jahr der Biodiversität 2010 festgestellt, dass der Verlust an Biodiversität ungebremsst voranschreitet [350].
- 60% der Ökosysteme auf der Erde gelten als degradiert [351]. Besonders gravierend ist die Tatsache, dass in den 35 besonders artenreichen Regionen nur noch 15% der natürlichen Vegetation intakt sind.
- Mindestens ein Drittel des tropischen Regenwaldes ist zerstört worden; der Rest schrumpft um etwa 1% pro Jahr [352]. 50% der heutigen Schutzgebiete in tropischen Regenwäldern sind bedroht und verzeichnen zum Teil massive Verluste an Biodiversität [353].
- Die Aussterberaten verschiedener Artengruppen sind heute bis zu 1000 Mal höher als die natürliche Hintergrund-Aussterberate. Die Aussterberaten werden vermutlich weiter ansteigen [354, 355].
- Der «Living Planet Index», der die Trends von 10 000 Wirbeltierpopulationen dokumentiert, ist eine bedeutende Messgrösse für die Entwicklung der Biodiversität auf der Erde. Der Index 2014 zeigt einen Rückgang der Bestände von 52% seit 1970 [356].
- Seit 1990 sind die Schmetterlingsbestände in den Wiesen und Weiden Europas um rund 70% zurückgegangen, weil sich die ökologische Qualität des Graslands massiv verschlechtert hat [357].
- 30% aller Faktoren, die Tierarten bedrohen, sind auf den weltweiten Handel mit Waren zurückzuführen [358].

Die Schweiz ist ein wichtiger Handelsplatz für Rohstoffe, importiert grosse Mengen an Gütern und ist ein bedeutender Investor in vielen Ländern. Sie ist so mitverantwortlich für die Biodiversitätsverluste im Ausland [359]. Der steigende Konsum führt dazu, dass ein kontinuierlich zunehmender Anteil der Umweltbelastungen im Ausland verursacht wird [360]. Beispielsweise fallen mehr als die Hälfte der von uns verursachten, stickstoffbedingten Umweltschäden im Ausland an, unter anderem bei der Produktion von Soja in Brasilien als Kraftfutter für Schweizer Kühe und Geflügel. Die Schweizer Fleischproduktion benötigt im Ausland eine Ackerfläche, die derjenigen im Inland entspricht.

Der Konsum in der Schweiz bedroht konkret mindestens 132 Tierarten in anderen Ländern [361]. Hinzu kommt die Rolle der Schweiz als Rohstoffhandelsplatz. So ist die Schweiz im Handel mit Rohöl, Metallen, Getreide, Kaffee und Zucker führend. Ihr Einfluss auf die Biodiversität ist dadurch enorm.

Die Rolle der Zoos und Botanischen Gärten der Schweiz für die Erhaltung der globalen und nationalen Biodiversität

Im Rahmen von Europäischen Zuchtprogrammen oder Zuchtbüchern erhalten die Zoos in Europa *ex situ*-Populationen von 413 Arten oder Unterarten, aus denen bei Bedarf Tiere für Wiederansiedlungsprojekte entnommen werden können [362]. Zehn dieser Arten kommen oder kamen einst in der Schweiz vor, darunter der Bartgeier, der bei uns mit Erfolg wieder angesiedelt wurde.

Daneben betreiben Zoos einzeln oder in kleineren Gruppen Zuchtprogramme im Hinblick auf Wiederansiedlungen von lokal oder regional ausgestorbenen Arten, beispielsweise für den Laubfrosch oder für die Europäische Sumpfschildkröte. Insgesamt haben Zoos Tiere von über 30 Arten für Wiederansiedlungsprojekte oder für bestandsstützende Massnahmen in der Schweiz zur Verfügung gestellt [363].

Die Botanischen Gärten vermehren und fördern stark bedrohte einheimische Pflanzenarten [364]. Das Konservatorium und der Botanische Garten der Stadt Genf haben eine Samenbank aufgebaut mit Pflanzenarten, die in Genf und in der Schweiz gefährdet sind. Sie beinhaltet aktuell 434 Arten und 24 Millionen Samen.



Ursachen der aktuellen Biodiversitätskrise in der Schweiz

Die Bedrohung der Biodiversität und ihrer Bestandteile ist in den meisten Fällen nicht auf einen einzelnen Faktor zurückzuführen, sondern auf das gleichzeitige Auftreten verschiedener Ursachen, deren Wirkung sich gegenseitig verstärken kann [365].

Lebensraumverlust

Zwischen 1985 und 2009 hat sich die Bodennutzung in der Schweiz auf 15% der Landesfläche komplett verändert – leider meist zu Ungunsten der Biodiversität [366]. Grosse Flächen wurden verbaut, artenreiche Wiesen wurden zu Wald. Nach wie vor gehen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen Kleinstrukturen und damit Lebensräume für zahlreiche Arten verloren; feuchte Stellen im Kulturland und im Wald werden zugeschüttet.

Sinkende Lebensraumqualität

Die Biodiversitätsverluste in der Schweiz erfolgen zumeist schleichend. Als Folge einer sinkenden Lebensraumqualität machen sie sich nur bei Beobachtungen über mehrere Jahre deutlich bemerkbar. Halten die Qualitätseinbussen an, verschwindet früher oder später auch die typische Lebensgemeinschaft. An ihre Stelle tritt eine andere, meist artenärmere Lebensgemeinschaft aus häufigen Arten mit geringen Ansprüchen. Die folgenden Faktoren wirken sich besonders negativ aus:

► **Nutzungsintensivierung**

Beispiele: Mehr Stickstoffdünger (Mineraldünger, Gülle), häufigerer Schnitt, Einsatz von Mähauflaufmaschinen, zu hoher Tierbesatz, schwerere Maschinen, Bewässerung von Trockenwiesen, mehr Freizeitaktivitäten abseits der Wege und Pisten, Entfernen von Alt- und Totholz in Wäldern infolge der gestiegenen Nachfrage nach Energieholz, Lichtverschmutzung.

► **Entwässerung**

Beispiele: Entwässerung von feuchten Stellen im Kulturland und im Wald, noch immer bestehende Entwässerungsanlagen in Schutzgebieten, Instandstellung kollabierter Drainagen.

► **Stickstoffeintrag über die Luft**

Beispiele: 90% der Waldstandorte, 100% der Hochmoore, 84% der Flachmoore und 42% der artenreichen Trockenwiesen und -weiden werden mit übermässigen Stickstoffeinträgen aus der Luft belastet [367]. In diesen Flächen verändern sich die Bedingungen so stark, dass an nährstoffarme Lebensräume angepasste Arten mittel- bis langfristig



aussterben können. Flachmoore verschilfen oder werden zu Hochstaudengesellschaften; Magerwiesen zu artenärmerem Grünland.

► **Einsatz von Pflanzenschutzmitteln**

Beispiele: Pflanzenschutzmittel aus der Landwirtschaft werden via Abdrift, Abschwemmung, Versickerung, Drainagen, Auswaschung sowie Hof-, Strassen- und Wegentwässerungen in angrenzende Lebensräume oder in die Gewässer eingetragen [368]. Auch in Privatgärten kommen Pestizide zum Einsatz. Oft findet der Einsatz unsachgemäss statt. Viele Organismen reagieren sehr empfindlich auf Pestizide (z.B. Schmetterlinge [369], Gewässerlebewesen [370], Orchideen).

► **Nutzungsaufgabe artenreicher Wiesen und Weiden**

Beispiele: Zu geringe Nutzung führt zur Verbrachung und schliesslich zur Einwaldung von Flächen.

► **Ungenügender und unsachgemässer Unterhalt von Schutzgebieten**

Beispiel: Die deutlich fehlenden finanziellen Mittel im derzeitigen Natur- und Heimatschutz-Budget sind ein wesentlicher Grund für den ungenügenden Vollzug des Biotopschutzes [371].

► **Zerrissene Nahrungsnetze**

Beispiele: Sinkt die Anzahl Pflanzenarten in einem Gebiet, nimmt die Vielfalt bei anderen Organismengruppen ebenfalls ab [372]. Änderungen in der Pflanzenvielfalt ziehen sich kaskadenartig bis zu den höheren Ebenen der Nahrungskette hinauf. Umgekehrt kann das Verschwinden einer Art, die in der Nahrungskette weit oben steht, zu Veränderungen des gesamten Ökosystems führen [373].

► **Invasive gebietsfremde Arten**

Beispiele: In der Schweiz leben rund 900 gebietsfremde Arten. Davon gelten 107 als invasiv: Sie haben also das Potenzial, als Konkurrenten oder Überträger von Krankheiten die einheimischen Arten negativ zu beeinflussen [374].

► **Klimawandel**

Beispiele: Mehrere Organismengruppen in der Schweiz haben bereits auf den Klimawandel reagiert. Die Fragmentierung der Landschaft und der Lebensräume erschwert es allerdings vielen Arten, sich dem Klimawandel anzupassen bzw. in geeignete Gebiete auszuweichen. Auch indirekt wirkt sich der Klimawandel auf die Biodiversität aus, zum Beispiel über damit verbundene Landnutzungsänderungen [375].

Lebensraumfragmentierung

Fragmentierung bezeichnet den Prozess, bei dem eine Biotopfläche in zwei oder mehr Gebiete zerteilt wird. Die Fragmentierung ist eine ernsthafte Bedrohung für die Biodiversität, da sie zur Verkleinerung und Isolierung von Lebensräumen führt. Die Aussterbewahrscheinlichkeit von isolierten, kleinen und damit oft genetisch verarmten Tier- und Pflanzenpopulationen ist gegenüber gut vernetzten Populationen stark erhöht. Verschwindet eine Art aus einem Fragment, ist eine Wiederbesiedlung kaum mehr möglich. Die Biodiversität sinkt mit solch lokalen Aussterbeereignissen kontinuierlich.

Die Fragmentierung der Lebensräume erfolgt durch eine intensive Landnutzung oder durch Infrastrukturanlagen. Die Schweiz verfügt über eines der dichtesten Schienen- und Strassennetze Europas [376]. Inklusive der Privatstrassen beträgt die Strassendichte heute 2,7 Kilometer pro Quadratkilometer. Im Mittelland, dem am dichtesten besiedelten Gebiet, beträgt sie sogar 3 bis 4 Kilometer pro Quadratkilometer [377].



Politik, Wirtschaft und Gesellschaft haben es in der Hand

Die vorliegende Zusammenstellung wissenschaftlicher Zahlen und Fakten zeigt, dass in der Schweiz die aktuelle Qualität, die Quantität sowie die Vernetzung der Lebensräume nicht genügen, um die Biodiversität und die von ihr generierten Ökosystemleistungen langfristig zu erhalten. Die meisten Lebensräume haben in den letzten 100 Jahren starke Flächenverluste erlitten. Selbst heute geschützte Lebensräume wie Moore und Auen verzeichnen weiterhin qualitative und damit langfristig quantitative Einbussen; die negativen Folgen zeigen sich mitunter in den Roten Listen der gefährdeten Arten. Um die Biodiversität und die Leistungen der Ökosysteme langfristig zu erhalten, sind genügend Flächen in der richtigen Qualität notwendig.

Die bisher ergriffenen Massnahmen zur Erhaltung der Biodiversität reichen alleine nicht aus, um das Naturkapital und die Leistungen der Ökosysteme in der Schweiz zu bewahren. Ohne zusätzliche Anstrengungen sind die Verluste nicht zu stoppen.

Politik, Wirtschaft und Gesellschaft haben es in der Hand: Praktisch alle Bereiche bieten Potenzial und Handlungsoptionen, um die Biodiversität zu erhalten und zu fördern.

► **Verluste von Lebensräumen stoppen**

Lebensraumverluste sind die Hauptursache für den Verlust von Biodiversität. Weil der ursprüngliche Zustand eines degradierten Lebensraums nur schwer oder sehr aufwändig wiederherstellbar ist, gilt es, der Erhaltung der verbliebenen naturnahen Lebensräume oberste Priorität einzuräumen.

► **Biodiversitätsfreundliche Landnutzung**

Die Erhaltung und Förderung der Biodiversität ist eine integrierte politische, ökonomische und soziale Managementaufgabe. Der Fokus darf dabei nicht nur auf den Schutzgebieten liegen. Auf der ganzen Landesfläche leben Pflanzen, Tiere und Pilze, und auch von stark bedrohten Arten liegen 72% der Fundorte ausserhalb der geschützten Biotope von nationaler Bedeutung [378]. Um die gesamte Biodiversität zu erhalten, sind deshalb Beiträge aller Sektoren nötig, von Land- und Waldwirtschaft, der Energiewirtschaft, Jagd und Fischerei, dem Verkehr, der Raumplanung und der Siedlungsentwicklung bis hin zu Industrie, Handel und Konsum.

► **Flächen renaturieren**

Um die Biodiversität und die Ökosystemleistungen in der Schweiz zu erhalten, ist gemäss Expertenschätzungen bei den meisten seltenen und biodiversitätsrelevanten Lebensräumen eine Verdoppelung der aktuellen Fläche notwendig [379]. Dies ist verbunden mit der Aufwertung bestehender und der Schaffung neuer Lebensräume, so wie dies auch von der Biodiversitätskonvention verlangt wird. Der Erfolg dieser Massnahmen hängt allerdings davon ab, ob von dem jeweiligen Lebensraum noch ungestörte und naturnahe Flächen in der näheren Umgebung vorhanden sind, von wo die Arten wieder einwandern können.

► **Ökologische Infrastruktur**

Schutzgebiete und Vernetzungsflächen sind das Rückgrat für den Erhalt der Biodiversität. In der Schweiz sind diese Gebiete aber in vielen Fällen in einem qualitativ ungenügenden ökologischen Zustand, zu klein oder zu isoliert, um die Biodiversität langfristig in vollem Umfang zu erhalten. Zudem machen die Schutzgebiete, die tatsächlich die Biodiversität vollumfänglich schützen, nur einen kleinen Teil der Landesfläche aus (max. 6%) [380]. Es gilt deshalb, die bestehenden Schutzgebiete qualitativ und quantitativ aufzuwerten, zu ergänzen und zu vernetzen und zu einer funktionsfähigen ökologischen Infrastruktur auszubauen.

► **Artenförderungsprogramme**

Viele besonders stark bedrohte Arten sowie Arten mit geringem Ausbreitungsvermögen benötigen spezielle Massnahmen, insbesondere spezifische Aktionspläne, die über den Lebensraumschutz hinausgehen (z.B. eine besondere Bewirtschaftung, Nisthilfen).

► **Positive Anreize schaffen**

Ein Teil der staatlichen Subventionen hat direkt oder indirekt negative Auswirkungen auf die Biodiversität. Ein Schlüsselfaktor ist deshalb die Umgestaltung der Subventionen, so dass Schäden am Naturkapital minimiert oder vermieden werden. Zudem sind neue finanzielle Anreize nötig, um die Akteure zu einem biodiversitätsfreundlichen Handeln zu motivieren.

► **Wissen generieren und zur Verfügung stellen**

Die Bedeutung der Ökosystemleistungen, die Ursachen und Konsequenzen von Biodiversitätsveränderungen sowie die Möglichkeiten, Biodiversität und Ökosystemleistungen zu erhalten, sind noch nicht allen Akteuren aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft bekannt. Die Wissenschaft ist gefordert, das nötige Wissen zu erarbeiten, den Entscheidungsträgern zur Verfügung zu stellen und im Bildungssystem zu verankern.

► **Internationales Engagement verstärken**

Die Schweiz hat im Rahmen der Biodiversitätskonvention dem Ziel zugestimmt, ihre Beiträge zum Schutz und zur Förderung der Biodiversität in finanzschwachen Ländern zu verdoppeln. Fast alle Vertragsstaaten wollen dieses Ziel bis 2015 erreichen – die Schweiz aber erst 2020. Angesichts der grossen Zerstörungen von Naturkapital in tropischen Ländern (nicht zuletzt durch Firmen mit Schweizer Beteiligung) und der negativen Auswirkungen auch auf die Schweiz braucht es ein deutlich verstärktes internationales Engagement.

Der Aktionsplan zur Strategie Biodiversität Schweiz [381], der zurzeit im Auftrag des Bundesrates erarbeitet wird, hat zum Ziel, das Naturkapital zu erhalten und damit Mehrwerte für die Bevölkerung zu schaffen. Mit seiner Umsetzung besteht das Potenzial, jetzt die Defizite bei der Erhaltung der Biodiversität anzugehen und zu beheben. Noch nie waren einerseits der Handlungsbedarf zum Erhalt und zur Förderung der Biodiversität und andererseits die Chance, unsere Lebensgrundlagen langfristig zu sichern, so gross wie heute.

Der Handlungsbedarf ist ausgewiesen, die wirkungsvollen Massnahmen sind bekannt. Politik und Gesellschaft haben es nun in der Hand, die richtigen Entscheidungen zu treffen und damit das Wohlergehen auch für die nächsten Generationen zu sichern.



Literatur

- [1] Cordillot F., Klaus G. (2011): Gefährdete Arten in der Schweiz. Synthese Rote Listen, Stand 2010. Umwelt-Zustand Nr. 1120. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [2] Kosakyan A. et al. (2013): Using DNA-barcoding for sorting out protist species complexes: A case study of the *Nebela tinctoria-collaris-bohemica* group (Amoebozoa; Arcellinida, Hyalospheniidae). European Journal of Protistology 49, 222–237.
- [3] Torsvik V. et al. (2002): Prokaryotic diversity – Magnitude, dynamics, and controlling factors. Science 296, 1064–1066.
- [4] Delarue R., Gonseth Y. (2008): Lebensräume der Schweiz. Ökologie – Gefährdung – Kennarten. 2. überarbeitete Auflage von 1998. Ott Verlag, Bern.
- [5] www.news.admin.ch/message/?lang=de&msg-id=36636 (abgerufen am 12.10.2014).
- [6] Maier D.S. (2012): What's So Good About Biodiversity? The International Library of Environmental, Agricultural and Food Ethics, Vol. 19.
- [7] Millennium Ecosystem Assessment (2005): Millennium Ecosystem Assessment. General Synthesis Report. Island Press, Washington D.C.
- [8] Cardinale B.J. et al. (2012): Biodiversity loss and its impact on humanity. Nature 486, 59–67.
- [9] Schröter-Schlaack C. (2014): Ökosystemleistungen, TEEB und Naturkapital Deutschland. BfN-Skripten 359, 8–21.
- [10] Millennium Ecosystem Assessment (2005): Millennium Ecosystem Assessment. General Synthesis Report. Island Press, Washington D.C.
- [11] TEEB (2010): Die Ökonomie von Ökosystemen und Biodiversität: Die ökonomische Bedeutung der Natur in Entscheidungsprozesse integrieren. Ansatz, Schlussfolgerungen und Empfehlungen von TEEB – eine Synthese. Die TEEB-Studie wurde 2007 in Potsdam von den Umweltministern der G8+5-Staaten angeregt und befasst sich mit «dem globalen wirtschaftlichen Nutzen der biologischen Vielfalt und den Kosten des Biodiversitätsverlusts aufgrund unterlassener Schutzmassnahmen im Vergleich zu den Kosten eines wirkungsvollen Naturschutzes.»
- [12] Myers N. (1989): Loss of biological diversity and its potential impact on agriculture and food production. In: Pimentel D., Hall C.W. (Hrsg.): Food and Natural Resources. Academic Press, San Diego. S. 49–68.
- [13] Akademien der Wissenschaften Schweiz (2014): Bienen und andere Bestäuber: Bedeutung für Landwirtschaft und Biodiversität. Factsheet der Akademien der Wissenschaften Schweiz, Bern.
- [14] Kremen C., Miles A. (2012): Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits externalities, and trade-offs. Ecology and Society 17, 40.
- [15] Altmann K.H. (2005): Die Natur als Arzneimittelhersteller und als Quelle der Inspiration für den Chemiker: die Bedeutung von Naturstoffen in der Arzneimittelforschung. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 150/3–4, 97–105.
- [16] Baumann M. (2000): Neue Medikamente aus der Urwaldapotheke. Schweizerische Ärztezeitung 81, 1740–1744.
- [17] Scheidegger E. (2009): Tourismus im naturnahen Raum – die wirtschaftliche Sicht. In: Siegrist D., Stremlow M. (Hrsg.). Landschaft Erlebnis Reisen. Naturnaher Tourismus in Parks und UNESCO-Gebieten. Rotpunktverlag, Zürich.
- [18] www.ag.ch/umwelt-aargau/pdf/UAG_59_09.pdf (abgerufen am 6.9.2014).
- [19] Pattaroni L. et al. (2010): Nachhaltiger städtischer Lebensraum für Familien mit Kindern. Collage. Zeitschrift für Planung, Umwelt und Städtebau 4.
- [20] Obrist M.K. et al. (2012): Biodiversität in der Stadt – für Mensch und Natur. Merkblatt für die Praxis 48, 1–12. Eidgenössische Forschungsanstalt WSL.
- [21] www.bionische-innovationen.de (abgerufen am 11.2.2014).
- [22] Pohl M. et al. (2009): Higher plant diversity enhances soil stability in disturbed alpine ecosystems. Plant and Soil 324, 91–102.
- [23] Tockner K., Stanford J.A. (2002): Riverine flood plains: present state and future trends. Environmental Conservation 29, 308–330.
- [24] Mayer P.M. et al. (2007): Meta-analysis of nitrogen removal in riparian buffers. Journal of Environmental Quality 36, 1172–1180.
- [25] Eawag (Hrsg.) (2009): Wasserversorgung 2025 – Vorprojekt Standortbestimmung. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- [26] Drösler M. et al. (2012): Beitrag ausgewählter Schutzgebiete zum Klimaschutz und dessen monetäre Bewertung. BfN-Skripten 328.
- [27] Karlsruher Institut für Technologie (KIT); www.kit.edu/besuchen/pi_2013_13562.php (abgerufen am 26.2.2014).
- [28] Damm C. et al. (2012): Auenschutz – Hochwasserschutz – Wasserkraftnutzung. Beispiele für eine ökologisch vorbildliche Praxis. Reihe: Naturschutz und Biologische Vielfalt, Band 112.
- [29] Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.) (2004): Vorbeugender Hochwasserschutz durch Wald und Forstwirtschaft in Bayern. LWF Wissen 44.
- [30] Altermatt F., Ebert D. (2008): Genetic diversity of *Daphnia magna* populations enhances resistance to parasites. Ecology Letters 11, 918–928.
- [31] Schmidt K.A., Ostfeld R.S. (2001): Biodiversity and the dilution effect in disease ecology. Ecology 82, 609–619.
- [32] Keesing F. et al. (2010): Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. Nature 468, 647–652.
- [33] Bolund P., Hunhammar S. (1999): Ecosystem services in urban areas. Ecological Economics 29, 293–301.
- [34] Siegrist D., Stremlow M. (Hrsg.) (2009): Landschaft Erlebnis Reisen. Naturnaher Tourismus in Parks und UNESCO-Gebieten. Rotpunktverlag, Zürich.
- [35] BAFU und WSL (Hrsg.) (2013): Die Schweizer Bevölkerung und ihr Wald. Bericht zur zweiten Bevölkerungsumfrage Waldmonitoring soziokulturell (WaMos 2). Bundesamt für Umwelt, Bern; Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf. Umwelt-Wissen Nr. 1307.
- [36] Lindemann-Matthies P. et al. (2010): Experimental evidence for human preference of biodiversity in grassland ecosystems. Biological Conservation 143, 195–202.
- [37] Turbé A. (2010): Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers. Bio Intelligence Service, IRD, and NIOO, Report for European Commission (DG

- Environment).
- [38] Allan E. et al. (2013): A comparison of the strength of biodiversity effects across multiple functions. *Oecologia* 173, 223–237.
- [39] Ehrenfeld D. (1992): Warum soll man der biologischen Vielfalt einen Wert beimessen? In: Wilson E.O.: Ende der biologischen Vielfalt? Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- [40] TEEB (2010): Die Ökonomie von Ökosystemen und Biodiversität: Die ökonomische Bedeutung der Natur in Entscheidungsprozesse integrieren. Ansatz, Schlussfolgerungen und Empfehlungen von TEEB – eine Synthese. Die TEEB-Studie wurde 2007 in Potsdam von den Umweltministern der G8+5-Staaten angeregt und befasst sich mit «dem globalen wirtschaftlichen Nutzen der biologischen Vielfalt und den Kosten des Biodiversitätsverlusts aufgrund unterlassener Schutzmassnahmen im Vergleich zu den Kosten eines wirkungsvollen Naturschutzes.»
- [41] Cordillot F., Klaus. G. (2011): Gefährdete Arten in der Schweiz. Synthese Rote Listen, Stand 2010. Umwelt-Zustand 1120. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [42] Weggler M. et al. (2009): Zürcher Brutvogelaltas 2008. Aktuelle Brutvogelbestände im Kanton Zürich 2008 und Veränderungen seit 1988. Bericht mit 2 Separates. Herausgeber: ZVS/BirdLife Zürich.
- [43] Fagan W.F., Holmes E.E. (2006): Quantifying the extinction vortex. *Ecology Letters* 9, 51–60.
- [44] Vonlanthen P. et al. (2012): Eutrophication causes speciation reversal in whitefish adaptive radiations. *Nature* 482, 357–362.
- [45] Traill L.W. et al. (2010): Pragmatic population viability targets in a rapidly changing world. *Biological Conservation* 143, 28–34.
- [46] Holderegger R. (2009): Wie gut sind Rote Listen? Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf. Informationsblatt Landschaft 75.
- [47] Altermatt F. et al. (2006): Die Gross-Schmetterlingsfauna der Region Basel. Monographien der Entomologischen Gesellschaft Basel 2.
- [48] Kuussaari M. et al. (2009): Extinction debt: a challenge for biodiversity conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 24, 564–71.
- [49] Wermeille E. et al. (2014): Rote Liste Tagfalter und Widderchen. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2012. Bundesamt für Umwelt, Bern; Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 1403.
- [50] Info Flora (2013): Rote Liste Modul 1. Mitteilungen des Daten- und Informationszentrums zur Schweizer Flora. S. 28–31.
- [51] Delarze R. et al.: Liste Rouge des habitats de Suisse et Liste des habitats prioritaires de Suisse. Publikation in Vorbereitung.
- [52] Schaffner U. et al. (2012): Calcium Induces Long-Term Legacy Effects in a Subalpine Ecosystem. *PLoS One* 7(12):e51818.
- [53] Rust-Dubié C. et al (2006): Fauna der Schweizer Auen. Eine Datenbank für Praxis und Wissenschaft. Bristol-Schriftenreihe 16. Haupt Verlag, Bern.
- [54] Klaus G. (2012): Gewässer im Baselbiet. «bild geschichten bl», Verlag des Kantons Basel-Landschaft, Liestal.
- [55] Arnold M. et al. (2009): Mehrwert naturnaher Wasserläufe. Untersuchung zur Zahlungsbereitschaft mit besonderer Berücksichtigung der Erschliessung für den Langsamverkehr. Umwelt-Wissen Nr. 0912. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [56] www.myswitzerland.com/de-ch/reiseziele/wasserland-schweiz.html (abgerufen am 28.3.2014).
- [57] Vonlanthen P. et al. (2012): Eutrophication causes speciation reversal in whitefish adaptive radiations. *Nature* 482, 357–362.
- [58] Wittmer I. et al. (2014): Über 100 Pestizide in Fließgewässern. *Aqua & Gas* 3, 32–43.
- [59] Malaj E. et al. (2014): Organic chemicals jeopardize the health of freshwater ecosystems on the continental scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111, 9549–9554.
- [60] Suislepp K. et al. (2011): Impacts of artificial drainage on amphibian breeding sites in hemiboreal forests. *Forest Ecology and Management* 262, 1078–1083.
- [61] Davies et al. (2008): A comparison of the catchment sizes of rivers, streams, ponds, ditches and lakes: implications for protecting aquatic biodiversity in an agricultural landscape. *Hydrobiologia* 597, 7–17.
- [62] Peter A. et al. (2010): Gewässer und ihre Nutzung. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [63] Lachat T. et al. (2011): Verlust wertvoller Lebensräume. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [64] Zeh Weissmann H. et al. (2009): Strukturen der Fließgewässer in der Schweiz. Zustand von Sohle, Ufer und Umland (Ökomorphologie). Ergebnisse der ökomorphologischen Kartierung. Stand: April 2009. Umwelt-Zustand Nr. 0926. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [65] Keller V. (2011): Die Schweiz als Winterquartier für Wasservögel. Avifauna Report 6. Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- [66] Zollhöfer J.M. (1997): Quellen – die unbekannten Biotope: erfassen bewerten, schützen. Bristol Stiftungsserie Band 6. Flück-Wirth Verlag, Teufen.
- [67] Bonnard L. (2010): Synthesebericht zur Pilotphase der Erfolgskontrolle Auen von nationaler Bedeutung. Technischer Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- [68] Borgula A. (2011): Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung. HOTSPOT 24: Das Schweizer Schutzgebietsnetz, S. 8–9.
- [69] Kirchhofer A. et al. (2007): Rote Liste der Fische und Rundmäuler der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Bern; Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 0734.
- [70] Uhlmann V., Wehrli B. (2011). Wasserkraftnutzung und Restwasser. Restwasserstrecken und Sanierungsbedarf. Bericht Eawag.
- [71] Limnex AG (2001): Schwall/Sunk-Betrieb in schweizerischen Fließgewässern. Bericht zuhanden des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- [72] Baumann P. et al. (2012): Sanierung Schwall/Sunk – Strategische Planung. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt- Vollzug Nr. 1203.
- [73] Vonlanthen P. et al. (2012): Eutrophication causes speciation reversal in whitefish adaptive radiations. *Nature* 482, 357–362.

- [74] Schärer M. (2009): Gewässerbeurteilung in der Schweiz und in Europa. Eawag News 67, 31–33.
- [75] Beketov M.A. et al. (2013): Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates. PNAS 110, 11039–11043.
- [76] Hallmann C.A. et al. (2014): Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. Nature 511, 341–343.
- [77] Malaj E. et al. (2014): Organic chemicals jeopardize the health of freshwater ecosystems on the continental scale. Proceedings of the National Academy of Sciences 111, 9549–9554.
- [78] Chagnon M. et al. (2014): Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. Environmental Science and Pollution Research.
- [79] Nyman A.-M. et al. (2013): The Insecticide Imidacloprid Causes Mortality of the Freshwater Amphipod *Gammarus pulex* by Interfering with Feeding Behavior. PLoS ONE 8(5): e62472. DOI:10.1371/journal.pone.0062472.
- [80] Van der Sluijs J.P. et al. (2014): Conclusions of the Worldwide Integrated Assessment on the risks of neonicotinoids and fipronil to biodiversity and ecosystem functioning. Environmental Science and Pollution Research. DOI:10.1007/s11356-014-3229-5.
- [81] Relyea R.A. (2005): The lethal impact of roundup on aquatic and terrestrial amphibians. Ecological Applications 15, 1118–1124.
- [82] Zeh Weissmann H. et al. (2009): Strukturen der Fliessgewässer in der Schweiz. Zustand von Sohle, Ufer und Umland (Ökomorphologie). Ergebnisse der ökomorphologischen Kartierung. Stand: April 2009. Umwelt-Zustand Nr. 0926. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [83] Peter A. et al. (2010): Gewässer und ihre Nutzung. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [84] Cordillot F., Klaus G. (2011): Gefährdete Arten in der Schweiz. Synthese Rote Listen, Stand 2010. Umwelt-Zustand 1120. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [85] Auderset Joye D., Schwarzer A. (2012): Rote Liste Armleuchteralgen. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern; Laboratoire d'écologie et de biologie aquatique (LEBA), Université Genf. Umwelt-Vollzug Nr. 1213.
- [86] Egli H.-R. et al. (2002): Analyse, Bewertung und Inwertsetzung der historischen Kulturlandschaft im Seeland. Schlussbericht. COST-Aktion G2 «Ancient landscapes and rural structures». Geographisches Institut der Universität Bern.
- [87] Peter A., Weber C. (2004): Die Rhone als Lebensraum für Fische. Wasser, Energie, Luft 11/12, 326–330.
- [88] www.cipel.org/sp/article179.html (abgerufen am 21.2.2014).
- [89] Villaret P. (1951): La littorale sur les rives du Lac Léman. Bulletin du Cercle vaudois de botanique 2, 29–31.
- [90] Eberstaller J. et al. (1997): Gewässer- und fischökologische Konzepte Alpenrhein. Internationale Regierungskommission Alpenrhein.
- [91] Peter A., Weber C. (2004): Die Rhone als Lebensraum für Fische. Wasser, Energie, Luft 11/12, 326–330.
- [92] Schiess H., Schiess-Bühler C. (1997): Dominanzminderung als ökologisches Prinzip: Eine Neubewertung der ursprünglichen Waldnutzungen für den Arten- und Biotopschutz am Beispiel der Tagfalterfauna eines Auenwaldes in der Nordschweiz. Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Band 72.
- [93] Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (karch), Neuchâtel.
- [94] Rey P. et al. (2004): Wirbellose Neozoen im Hochrhein. Ausbreitung und ökologische Bedeutung. Schriftenreihe Umwelt Nr. 380. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- [95] www.rivermanagement.ch (abgerufen am 8.9.2014)
- [96] Thomas G., Peter A. (2014): Erholung von Fischgemeinschaften nach Fliessgewässer-Revitalisierungen. Wasser Energie Luft 106, 47–54.
- [97] Arlettaz R. et al. (2011): River bed restoration boosts habitat mosaics and the demography of two rare non-aquatic vertebrates. Biological Conservation 144, 2126–2132.
- [98] Peter A. et al. (2010): Gewässer und ihre Nutzung. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [99] Sundermann A. et al. (2011): River restoration success depends on the species pool of the immediate surroundings. Ecological Applications 21, 1962–1971.
- [100] Ruff M. et al. (2013): 20 Jahre Rheinüberwachung. Aqua & Gas Nr. 5, 16–25.
- [101] Pomati F. et al. (2011): Effects of re-oligotrophication and climate warming on plankton richness and community stability in a deep mesotrophic lake. Oikos 121, 1317–1327.
- [102] Bohl E. et al. (2004): Fischfaunistische Untersuchungen zur Umgestaltung der Mündung des Liechtensteiner Binnenkanals in den Alpenrhein. Amt für Umweltschutz des Fürstentums Liechtenstein.
- [103] Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (karch), Neuchâtel.
- [104] Guntern J. et al. (2013): Flächenbedarf für die Erhaltung der Biodiversität und der Ökosystemleistungen in der Schweiz. Forum Biodiversität Schweiz der Akademie der Naturwissenschaften SCNAT, Bern.
- [105] Klaus G. (Red.) (2007): Zustand und Entwicklung der Moore in der Schweiz. Ergebnisse der Erfolgskontrolle Moorschutz. Umwelt-Zustand Nr. 0730. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [106] Gimmi U. et al. (2011): Reconstructing the collapse of wetland networks in the Swiss lowlands 1850–2000. Landscape Ecology 26, 1071–1083.
- [107] Ewald K.C., Klaus G. (2010): Die ausgewechselte Landschaft – Vom Umgang der Schweiz mit ihrer wichtigsten natürlichen Ressource. 2. Aufl. Haupt Verlag, Bern.
- [108] Klaus G. (Red.) (2007): Zustand und Entwicklung der Moore in der Schweiz. Ergebnisse der Erfolgskontrolle Moorschutz. Umwelt-Zustand Nr. 0730. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [109] Frankl R., Schmeidl H. (1998): Naturschutzbezogene Langzeituntersuchungen in einem südbayerischen Hochmoor: Vegetationsdynamik und Veränderungen in Wasser- und Nährstoffhaushalt. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 58, 115–127.
- [110] Lachat T. et al. (2010): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900 – Ist die Talsohle erreicht? Bris-

- tol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [111] BUWAL (Hrsg.) (2002): Moore und Moorschutz in der Schweiz. Bern.
- [112] Paul S., Alewell C. (2013): Moorregeneration als Klimaschutzmassnahme: eine Recherche zur neuen Kyoto-Aktivität Wetland Drainage and Rewetting. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- [113] Volkart G. et al. (2012): Nährstoffpufferzonen um nationale Biotop NHG in der Schweiz. Standortbestimmung und Handlungsbedarf. Entwurf, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- [114] Klaus G. (Red.) (2007): Zustand und Entwicklung der Moore in der Schweiz. Ergebnisse der Erfolgskontrolle Moorschutz. Umwelt-Zustand Nr. 0730. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [115] Klaus G. (Red.) (2007): Zustand und Entwicklung der Moore in der Schweiz. Ergebnisse der Erfolgskontrolle Moorschutz. Umwelt-Zustand Nr. 0730. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [116] Bergamini A. et al. (2009): Loss of habitat specialists despite conservation management in fen remnants 1995–2006. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 11, 65–79.
- [117] Bundesamt für Umwelt (2014): Grundlagenpapier zur Stickstoffproblematik. Luft, Boden, Wasser, Biodiversität und Klima. Interner Bericht.
- [118] Diemer M. et al. (2005): Die langfristigen Auswirkungen von Nutzungsänderungen auf häufige Pflanzenarten montaner Kalkflachmoore in der Schweiz. *Natur und Landschaft* 80/2, 63–68.
- [119] Schmid H. et al. (1992): Limikolenrastplätze in der Schweiz. Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- [120] Pasinelli G., Schiegg K. (2006): Fragmentation within and between wetland reserves: the importance of spatial scales for nest predation in reed buntings. *Ecography* 29, 721–732.
- [121] Cordillot F., Klaus G. (2011): Gefährdete Arten in der Schweiz. Synthese Rote Listen, Stand 2010. Umwelt-Zustand Nr. 1120. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [122] Urmi E. et al. (2007): Zwei Jahrzehnte Bestandesentwicklung von Moosen in der Schweiz: Retrospektives Monitoring für den Naturschutz. *Bristol-Schriftenreihe* 18, 1–139.
- [123] BUWAL, WSL (2002): Moore und Moorschutz in der Schweiz. Bern.
- [124] Gimmi U. et al. (2011): Reconstructing the collapse of wetland networks in the Swiss lowlands 1850–2000. *Landscape Ecology* 26, 1071–1083.
- [125] Dalang T., Fischbacher U. (1992): Fraktale Geometrie der Flachmoore. Informationsblatt des Forschungsreiches Landschaft 12.
- [126] Grosvernier Ph., Staubli P. (Hrsg.) (2009): Regeneration von Hochmooren. Grundlagen und technische Massnahmen. Umwelt-Vollzug Nr. 0918. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [127] Klaus G. (Red.) (2007): Zustand und Entwicklung der Moore in der Schweiz. Ergebnisse der Erfolgskontrolle Moorschutz. Umwelt-Zustand Nr. 0730. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [128] Drösler M. et al. (2012): Beitrag ausgewählter Schutzgebiete zum Klimaschutz und dessen monetäre Bewertung. *BfN-Skripten* 328.
- [129] Guntern J. et al. (2013): Flächenbedarf für die Erhaltung der Biodiversität und der Ökosystemleistungen in der Schweiz. *Forum Biodiversität Schweiz der Akademie der Naturwissenschaften SCNAT*, Bern.
- [130] Huovinen-Hufschmid Ch., Körner Ch. (1998): Microscale patterns of plant species distribution, biomass and leaf tissue quality in calcareous grassland. *Botanica Helvetica* 108, 69–83.
- [131] Walter T. et al. (2010): Landwirtschaft. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [132] Walter T. et al. (2010): Landwirtschaft. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [133] Stoate C. et al. (2001): Ecological impacts of arable intensification in Europe. *Journal of Environmental Management* 63, 337–365.
- [134] Geiger F. et al. (2010). Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology* 11, 97–105.
- [135] Lachat et al. (2011): Verlust wertvoller Lebensräume. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [136] Moser D. et al. (2002): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Reihe Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- [137] Lachat et al. (2011): Verlust wertvoller Lebensräume. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [138] Walter T. et al. (2013): Operationalisierung der Umweltziele Landwirtschaft. Bereich Ziel- und Leitarten, Lebensräume (OPAL). Art-Schriftenreihe 18. Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt und Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.
- [139] Der landwirtschaftliche Produktionskataster umfasst folgende Zonen und Gebiete: das Sömmerungsgebiet; das Berggebiet mit den Bergzonen I bis IV; das Talgebiet mit Talzone und Hügelize.
- [140] BDM-Indikator Z12: www.biodiversitymonitoring.ch/de/daten/indikatoren/z/z12.html (abgerufen am 27.10.2014).
- [141] www.hochstamm-suisse.ch/home/hochstamm/rueckgang.html (abgerufen am 26.2.2014)
- [142] Bundesamt für Statistik (BFS) (2013): Die Bodennutzung in der Schweiz. Resultate der Arealstatistik. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- [143] Bengtsson et al. (2005): Effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 42, 261–269.
- [144] Birkhofer K. et al. (2008): Long-term organic farming fosters below and aboveground biota: Implications for soil quality, biological control and productivity. *Soil Biology and Biochemistry* 40, 2297–2308.
- [145] Maeder P. et al. (2002): Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* 296, 1694–1697.
- [146] Tuck S.L. et al. (2014): Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 51, 746–755.
- [147] Herzog F., Walter T. (2005): Evaluation der Ökomassnahmen. Bereich Biodiversität. Schriftenreihe der FAL 56.

- [148] Herzog F., Walter T. (2005): Evaluation der Ökomassnahmen. Bereich Biodiversität. Schriftenreihe der FAL 56.
- [149] Bundesamt für Landwirtschaft (2013): Agrarbericht 2013. Bern.
- [150] Bundesamt für Umwelt und Bundesamt für Landwirtschaft (2008): Umweltziele Landwirtschaft. Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen. Umwelt-Wissen Nr. 0820. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [151] Geiger F. et al. (2010): Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology* 11, 97–105.
- [152] Jahn T. et al. (2014): Protection of biodiversity of free living birds and mammals in respect of the effects of pesticides. Umweltbundesamt Deutschland.
- [153] Brühl C.A. et al. (2013): Terrestrial pesticide exposure of amphibians: An underestimated cause of global decline? *Scientific Reports (Nature)*. DOI:10.1038/srep01135
- [154] Gill R.J. et al. (2012): Combined pesticide exposure severely affects individual- and colony-level traits in bees. *Nature* 491, 105–109.
- [155] Whitehorn P.R. et al. (2012): Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. *Science* 336, 351–352.
- [156] van der Sluijs J.P. et al. (2014): Conclusions of the Worldwide Integrated Assessment on the risks of neonicotinoids and fipronil to biodiversity and ecosystem functioning. *Environmental Science and Pollution Research*.
- [157] Bobbink R. (1991): Effects of nutrient enrichment in Dutch chalk grassland. *Journal of Applied Ecology* 28, 28–41.
- [158] Kohli L. (2011): Stickstoffeintrag aus der Luft verändert Vielfalt. BDM-Facts Nr. 3. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [159] Roth T. et al. (2013): Nitrogen deposition is negatively related to species richness and species composition of vascular plants and bryophytes in Swiss mountain grassland. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 178, 121–126.
- [160] Koordinationsstelle Biodiversitäts-Monitoring Schweiz (2009): Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Ergebnisse des Biodiversitäts-Monitorings Schweiz (BDM) im Überblick. Stand: Mai 2009. Umwelt-Zustand Nr. 0911. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [161] EKL (2005): Stickstoffhaltige Luftschadstoffe in der Schweiz. Status Bericht der Eidg. Kommission für Lufthygiene (EKL). Schriftenreihe Umwelt Nr. 384. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- [162] Broggi M., Schlegel H. (1989): Mindestbedarf an naturnahen Flächen in der Kulturlandschaft. Dargestellt am Beispiel des schweizerischen Mittellandes. Nationales Forschungsprogramm «Nutzung des Bodens in der Schweiz», Bericht 31. Liebefeld-Bern.
- [163] Guntern J. et al. (2013): Flächenbedarf für die Erhaltung der Biodiversität und der Ökosystemleistungen in der Schweiz. *Forum Biodiversität Schweiz der Akademie der Naturwissenschaften SCNAT*, Bern.
- [164] Stöcklin J. et al. (2007): Landnutzung und biologische Vielfalt in den Alpen. vdf, Zürich.
- [165] Richner N. (2014): Changes in arable weed communities over the last 100 years. Dissertation Uni Zürich.
- [166] Moser D. et al. (2002): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern; Zentrum des Datenverbundnetzes der Schweizer Flora, Chambésy; Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, Chambésy.
- [167] Gabriel D. et al. (2006): Beta diversity at different spatial scales: plant communities in organic and conventional agriculture. *Ecological Applications* 16, 2011–2021.
- [168] Schnyder N. et al. (2004): Rote Liste der gefährdeten Moose der Schweiz. Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern; Forschungsstelle für Umweltbeobachtung, Rapperswil; Naturräumliches Inventar der Schweizer Moosflora.
- [169] Sattler et al. (2014): Swiss Bird Index SBI®: Update 2013. Faktenblatt. Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- [170] Zellweger-Fischer J. (2013): Schweizer Feldhasenmonitoring 2013. Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- [171] Walter T. et al. (2010): Landwirtschaft. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [172] ProSpecieRara, Schweizerische Stiftung für die kulturhistorische und genetische Vielfalt von Pflanzen und Tieren.
- [173] ProSpecieRara, Schweizerische Stiftung für die kulturhistorische und genetische Vielfalt von Pflanzen und Tieren.
- [174] Graf R. et al. (2014): 20 % loss of unimproved farmland in 22 years in the Engadin, Swiss Alps. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 185, 48–58.
- [175] Graf R. et al. (2014): Bewässerungsanlagen als Ursache für die Nutzungsintensivierung von Grünland im Engadin. *Agrarforschung Schweiz* 5, 406–413.
- [176] Tanner K.M., Zoller S. (1996): Zum Ausmass von Landschaftsveränderungen durch Meliorations-Eingriffe. Eine vergleichende Untersuchung in den Gemeinden Wintersingen, Arisdorf und Ormalingen (Kanton Basel-Landschaft). *Regio Basiliensis* 37/3, 155–166.
- [177] Graf R., Korner P. (2011): Veränderungen in der Kulturlandschaft und deren Brutvogelbestand im Engadin zwischen 1987/88 und 2009/2010. Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- [178] Sierró A. et al. (2009): Banalisation de l'avifaune du paysage agricole sur trois surfaces témoins du Valais (1988–2006). *Nos Oiseaux* 56, 129–148.
- [179] Hohl M. (2006): Spatial and temporal variation of grasshopper and butterfly communities in differently managed semi-natural grasslands of the Swiss Alps. Dissertation Nr. 16624. Eidgenössische Technische Hochschule ETH Zürich.
- [180] Altermatt F. et al. (2006): Die Gross-Schmetterlingsfauna der Region Basel. Monographien der Entomologischen Gesellschaft Basel 2.
- [181] Oertli S. et al. (2005): Ecological and seasonal patterns in the diversity of a species-rich bee assemblage (Hymenoptera: Apoidea: Apiformes). *European Journal of Entomology* 102, 53–63.
- [182] Meichtry-Stier K. et al. (2014): Impact of landscape improvement by agri-environment scheme on densities of characteristic farmland bird species and brown hare (*Lepus europaeus*). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 189, 101–109.
- [183] Birrer S. et al. (2013): Ökologische Vorrangflächen fördern Kulturlandvögel. *Julius Kühn-Archiv* 442, 138–150.

- [184] Jenny M. et al. (2002): Rebhuhn. Schlussbericht 1991–2000. Schriftenreihe Umwelt Nr. 335. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hrsg.), Bern.
- [185] Birrer S. et al. (2013): Ökologischer Ausgleich und Brutvögel – das Beispiel Grosses Moos 1997–2009. Der Ornithologische Beobachter 110/44, 475–494.
- [186] Humbert J.-Y. et al. (2010): Hay harvesting causes high orthopteran mortality. *Agriculture Ecosystems & Environment* 139, 522–527.
- [187] Humbert J.-Y. et al. (2010): Graslandernte-Prozesse und ihre Wirkung auf die Fauna. ART-Bericht 724.
- [188] Buri P. et al. (2013): Delaying mowing and leaving uncut refuges boosts orthopterans in extensively managed meadows: Evidence drawn from field-scale experimentation. *Agriculture Ecosystems & Environment* 181, 22–30.
- [189] Chevillat V. et al. (2012): Gesamtbetriebliche Beratung steigert Qualität und Quantität von Ökoausgleichsflächen. *Agrarforschung Schweiz* 3, 104–111.
- [190] 6. Sempacher Fachtagung: Produzierende Landwirtschaft fördert Artenvielfalt. 26. März 2014.
- [191] Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- [192] Tuck S.L. et al. (2014): Land-use intensity and effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*. DOI:10.1111/1365-2664.12219.
- [193] Holzschuh A. et al. (2007): Diversity of flower-visiting bees in cereal fields: effects of farming system, landscape composition and regional context. *Journal of Applied Ecology* 44, 41–49.
- [194] Crowder D.W. et al. (2010): Organic agriculture promotes evenness and natural pest control. *Nature* 466, 109–123.
- [195] Gabriel D., Tscharnkte T. (2007): Insect pollinated plants benefit from organic farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118, 43–48.
- [196] Gabriel D. et al. (2006): Beta diversity at different spatial scales: plant communities in organic and conventional agriculture. *Ecological Applications* 16, 2011–2021.
- [197] Andersson G.K.S. et al. (2012): Organic Farming Improves Pollination Success in Strawberries. *PLoS ONE* 7(2): e31599.
- [198] Holzschuh A. et al. (2008): Agricultural landscapes with organic crop support higher pollinator diversity. *Oikos* 117, 354–361.
- [199] Schader C. et al. (2008): Umsetzung von Ökomassnahmen auf Bio- und ÖLN-Betrieben. *Agrarforschung* 15, 506–511.
- [200] Schneider M.K. et al. (2014): Gains to species diversity in organically farmed fields are not propagated at the farm level. *Nature Communications* 5(4151). DOI:10.1038/ncomms5151.
- [201] Herzog F. et al. (2013): Vernetzte Agrarlandschaft: Experimente zur Artenvielfalt und ihrer Bedeutung an Kirschbäumen. ART Merkblatt, Zürich.
- [202] Maillefer C., Eigenmann C. (2011): Wie viel Fläche erfordert die Erhaltung unserer Kulturpflanzen? *HOTSPOT* 24, 24–25.
- [203] Walter T. et al. (2010): Landwirtschaft. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [204] ProSpecieRara, Schweizerische Stiftung für die kulturhistorische und genetische Vielfalt von Pflanzen und Tieren.
- [205] Walter T. et al. (2013): Operationalisierung der Umweltziele Landwirtschaft. Bereich Ziel- und Leitarten, Lebensräume (OPAL). Art-Schriftenreihe 18. Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt und Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.
- [206] Brändli U.-B. (Red.) (2010): Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Erhebung 2004–2006. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf; Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [207] www.bafu.admin.ch/biodiversitaet/07982/08292/index.html?lang=de (abgerufen am 28.2.2014)
- [208] Christensen M. et al. (2005): Deadwood in European beech (*Fagus Sylvatica*) forest reserves. *Forest Ecology and Management* 210, 267–282.
- [209] www.waldwissen.net/wald/naturschutz/wsl_totholz/index_DE (abgerufen am 12.10.2014)
- [210] Trotsiuk V. et al. (2012): Age structure and disturbance dynamics of the relic virgin beech forest Uholka (Ukrainian Carpathians). *Forest Ecology and Management* 265, 181–190.
- [211] Bußler H. (2006): Uraltbäume mit jungem, vielfältigem Leben. *LWF aktuell* 53, 6–7.
- [212] Brändli U.-B., Dowhanytsch J. (Red.) (2003): Urwälder im Zentrum Europas. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf; Karpaten-Biosphärenreservat, Rachiw. Haupt Verlag, Bern.
- [213] Brändli U.-B. (Red.) (2010): Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Erhebung 2004–2006. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf; Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [214] Bollmann K. et al. (2009): Konzepte, Instrumente und Herausforderungen bei der Förderung der Biodiversität im Wald. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 160, 53–67.
- [215] BUWAL, WSL (2005): Waldbericht 2005 – Zahlen und Fakten zum Zustand des Schweizer Waldes. Bundesamt für Umwelt, Bern; Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf.
- [216] BAFU (2011): Liste der National Prioritären Arten. Arten mit nationaler Priorität für die Erhaltung und Förderung, Stand 2010. Umwelt-Vollzug 1103. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [217] Koordinationsstelle Biodiversitäts-Monitoring Schweiz (2009): Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Ergebnisse des Biodiversitäts-Monitorings Schweiz (BDM) im Überblick. Stand: Mai 2009. Umwelt-Zustand Nr. 0911. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [218] Scheidegger C. et al. (2010): Waldwirtschaft. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [219] Scheidegger C., Stofer S. (2009): Flechten im Wald: Vielfalt, Monitoring und Erhaltung. Langzeitforschung für eine nachhaltige Waldnutzung (Red.: N. Kräuchi). S. 39–50. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf.
- [220] BUWAL, WSL (2005): Waldbericht 2005 – Zahlen und Fakten zum Zustand des Schweizer Waldes. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern;

- Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf.
- [221] Scherzinger W. (1996): Naturschutz im Wald. Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Stuttgart, Ulmer.
- [222] Müller M. et al. (2012): Wie gross sollen Altholzinseln sein? Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 163, 49–56.
- [223] BUWAL, WSL (2005): Waldbericht 2005 – Zahlen und Fakten zum Zustand des Schweizer Waldes. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern; Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf.
- [224] www.bafu.admin.ch/biodiversitaet/07982/08292/index.html?lang=de (abgerufen am 2.3.2014).
- [225] Bolliger M., Imesch N., Schnidrig R. (2012): Waldreservatspolitik der Schweiz: Zwischenbilanz und Perspektiven aus Sicht des Bundes. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 163, 199–209.
- [226] www.bafu.admin.ch/schutzgebiete-inventare/07851/index.html?lang=de (abgerufen am 6.11.2014).
- [227] Brändli U.-B. (Red.) (2010): Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Erhebung 2004–2006. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf; Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [228] Lachat T. et al. (2014): Totholz im Wald. Entstehung, Bedeutung und Förderung. Merkblatt für die Praxis 52. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf.
- [229] LFI4. Aktuelle Ergebnisabfrage: www.lfi.ch/resultate/anleitung.php?lang=de
- [230] Müller J., Büttler R. (2010): A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations. European Journal of Forest Research 129, 981–992.
- [231] Seibold S. et al. (2014): Association of extinction risk of saproxylic beetles with ecological degradation of forests in Europe. Conservation Biology. DOI:10.1111/cobi.12427.
- [232] Lachat T. et al. (2014): Energieholz und Totholzfauna – ein Dilemma. HOTSPOT 29, S. 20.
- [233] Brändli U.-B. (Red.) (2010): Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Erhebung 2004–2006. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf; Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [234] Walther G.R., Grundmann A. (2001): Trends of vegetation change in coline and submontane climax forests in Switzerland. Bulletin Geobotanical Institute ETH 67, 3–12.
- [235] Brändli U.-B. (Red.) (2010): Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Erhebung 2004–2006. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf; Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [236] LFI4. Aktuelle Ergebnisabfrage: www.lfi.ch/resultate/anleitung.php?lang=de
- [237] Brändli U.-B. (Red.) (2010): Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Erhebung 2004–2006. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf; Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [238] Schüler S. et al. (2013): Fichte – fit für den Klimawandel? BFW-Praxisinformation 31, 10–12.
- [239] Dobbertin M. et al. (2006): Die Klimaveränderung bedroht die Föhre im Wallis. Wald und Holz 8/06, 37–39.
- [240] Braunisch V. et al. (2014): Temperate mountain forest biodiversity under climate change: compensating negative effects by increasing structural complexity. PLoS ONE 9(5), 1–16.
- [241] Braun S. et al. (2012): Stickstoffeinträge in den Schweizer Wald: Ausmass und Auswirkungen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 163, 355–362.
- [242] Walther G.R., Grundmann A. (2001): Trends of vegetation change in coline and submontane climax forests in Switzerland. Bulletin Geobotanical Institute ETH 67, 3–12.
- [243] LFI4. Aktuelle Ergebnisabfrage: www.lfi.ch/resultate/anleitung.php?lang=de
- [244] Brändli U.-B. (Red.) (2010): Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der dritten Erhebung 2004–2006. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf; Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [245] Nobis M. (2008): Invasive Neophyten auch im Wald? Wald und Holz 8/08, 46–49.
- [246] Wermelinger B. et al. (2013): Invasive Laubholz-Bockkäfer aus Asien. Ökologie und Management. Merkblatt für die Praxis 50.
- [247] Rusterholz H.-P. et al. (2012): Garden waste deposits as a source for invasive plants in mixed-deciduous forests in Switzerland. Applied Vegetation Science 15, 329–337.
- [248] Kanton Aargau: www.ag.ch/de/bvu/wald/naturschutz_im_wald/naturschutzprogramm_wald/naturschutzprogramm_wald_1.jsp (abgerufen am 6.11.2014)
- [249] Hunziker M. et al. (2012): Das Verhältnis der Schweizer Bevölkerung zum Wald. Waldmonitoring soziokulturell: Weiterentwicklung und zweite Erhebung – WaMos 2. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf.
- [250] Bollmann K., Braunisch V. (2013): To integrate or to segregate: balancing commodity production and biodiversity conservation in European forests. In: Kraus D., Krumm F. (eds). Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity. Joensuu, EFI. 18–31.
- [251] Bade S. et al. (2011): Zahlungsbereitschaft für Massnahmen zur Förderung der Biodiversität im Wald. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 162, 382–388.
- [252] LFI4. Aktuelle Ergebnisabfrage: www.lfi.ch/resultate/anleitung.php?lang=de
- [253] Mollet P., Zbinden N., Schmid H. (2009): Steigende Bestandszahlen bei Spechten und anderen Vogelarten dank Zunahme von Totholz? Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 160, 334–340.
- [254] Lachat T. et al. (2013): Population trends of *Rosalia alpina* (L.) in Switzerland: a lasting turnaround? Journal of Insect Conservation 17, 653–662.
- [255] Fachstelle Naturschutz Kanton Zürich (2001): Lichter Wald. Ergebnisse aus Erfolgskontrollen. Fachstelle Naturschutz des Kantons Zürich, Zürich.
- [256] Eisenring M. et al. (2011): The diversity of nocturnal Macrolepidoptera and plants in two *Fagus* forests differently affected by the 1999 storm Lothar in northern Switzerland. Erweiterte Semesterarbeit an

- der ETH Zürich.
- [257] Essl F., Rabitsch W. (2013): Biodiversität und Klimawandel. Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa. Springer Verlag.
- [258] Morin X. et al. (2014): Temporal stability in forest productivity increases with tree diversity due to asynchrony in species dynamics. *Ecology Letters*. DOI:10.1111/ele.12357.
- [259] Guntern J. et al. (2013): Flächenbedarf für die Erhaltung der Biodiversität und der Ökosystemleistungen in der Schweiz. Forum Biodiversität Schweiz der Akademie der Naturwissenschaften SCNAT, Bern.
- [260] Lachat T. et al. (2014): Totholz im Wald. Entstehung, Bedeutung und Förderung. Merkblatt für die Praxis 52. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf.
- [261] Körner C. (2011): Coldest places on earth with angiosperm plant life. *Alpine Botany* 121, 11–22.
- [262] Scherrer D., Körner C. (2009): Infra-red thermometry of alpine landscapes challenges climatic warming projections. *Global Change Biology* 16, 2602–2613.
- [263] Scherrer D., Körner C. (2011): Topographically controlled thermal-habitat differentiation buffers alpine plant diversity against climate warming. *Journal of Biogeography* 38, 406–416.
- [264] Lauber S. et al. (2013): Zukunft der Schweizer Alpwirtschaft. Fakten, Analysen und Denkanstösse aus dem Forschungsprogramm AlpFUTUR. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf; Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich-Reckenholz.
- [265] Lauber S. et al. (2013): Zukunft der Schweizer Alpwirtschaft. Fakten, Analysen und Denkanstösse aus dem Forschungsprogramm AlpFUTUR. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf; Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich-Reckenholz.
- [266] Mack G. et al. (2008): Entwicklung der Alpung in der Schweiz: Ökonomische und ökologische Auswirkungen. Yearbook of socioeconomics in Agriculture 2008, 259–300.
- [267] Lauber S. et al. (2013): Zukunft der Schweizer Alpwirtschaft. Fakten, Analysen und Denkanstösse aus dem Forschungsprogramm AlpFUTUR. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf; Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich-Reckenholz.
- [268] Bundesamt für Statistik (2012): Die Waldausbreitung im Alpenraum. Landschaft Schweiz im Wandel. BFS Aktuell. Raumnutzung und Landschaft 3. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- [269] Bühlmann T. et al. (2013): Die Verbuschung des Alpenraums durch die Grünerle. Factsheet der Akademien der Wissenschaften Schweiz, Bern.
- [270] Lauber S. et al. (2013): Zukunft der Schweizer Alpwirtschaft. Fakten, Analysen und Denkanstösse aus dem Forschungsprogramm AlpFUTUR. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf; Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich-Reckenholz.
- [271] Bassin S. (2007): Effects of combined ozone and nitrogen deposition on a species-rich subalpine pasture. Dissertation ETH No. 17373.
- [272] Matteodo M. et al. (2013): Elevation gradient of successful plant traits for colonizing alpine summits under climate change. *Environmental Research Letters* 8, 024043. DOI:10.1088/1748-9326/8/2/024043.
- [273] Vittoz P. et al. (2009): Plant traits discriminate good from weak colonisers on high elevation summits. *Basic and Applied Ecology* 10, 508–515.
- [274] Koordinationsstelle Biodiversitäts-Monitoring Schweiz (2009): Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Ergebnisse des Biodiversitäts-Monitorings Schweiz (BDM) im Überblick. Stand Mai 2009. Umwelt Zustand Nr. 0911. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [275] Revermann R. (2006): Suitable habitat for Ptarmigan (*Lagopus muta helvetica*) in the Swiss Alps and its response to rapid climate change in the 21st century – a multiscale approach. Potsdam University, Potsdam.
- [276] Wipf S. et al. (2005): Effects of ski piste preparation on alpine vegetation. *Journal of Applied Ecology* 42, 306–316.
- [277] Rixen C., Rolando A. (eds.) (2013): The impacts of skiing on mountain environments. Bentham e-book.
- [278] www.infoflora.ch/de/assets/content/documents/recommendations_pltes_sauvages_D_F/Empf_Wildpflanzen.pdf (abgerufen am 27.10.2014)
- [279] Patthey P. et al. (2008): Impact of outdoor winter sports on the abundance of a key indicator species of alpine ecosystems. *Journal of Applied Ecology* 45, 1704–1711.
- [280] Ingold P. (2005): Freizeitaktivitäten im Lebensraum der Alpentiere – Konfliktbereiche zwischen Mensch und Tier, mit einem Ratgeber für die Praxis. Haupt Verlag, Bern.
- [281] Arlettaz R. et al. (2007): Spreading free-riding snow sports represent a novel serious threat for wildlife. *Proceedings of the Royal Society. Series B, Biological sciences* 274, 1219–1224.
- [282] Rudmann-Maurer K. et al. (2008): The role of landuse and natural determinants for grassland vegetation composition in the Swiss alps. *Basic and Applied Ecology* 9, 494–503.
- [283] Jenny E. (2013): Reaktivierung Wildheunutzung Erstfeldertal: Auswertung Monitoring 2001 – 2011. Bericht. Im Auftrag des Amtes für Raumentwicklung, Kanton Uri.
- [284] Jenny E. (2013): Reaktivierung Wildheunutzung Erstfeldertal: Auswertung Monitoring 2001 – 2011. Bericht. Im Auftrag des Amtes für Raumentwicklung, Kanton Uri.
- [285] Pohl M. et al. (2009): Higher plant diversity enhances soil stability in disturbed alpine ecosystems. *Plant and Soil* 324, 91–102.
- [286] Braunisch V. et al. (2011): Spatially explicit modelling of conflict zones between wildlife and snow sports: prioritizing areas for winter refuges. *Ecological Applications* 21, 955–967.
- [287] Arlettaz R. et al. (2013): Impacts of Outdoor Winter Recreation on Alpine Wildlife and Mitigation Approaches: A Case Study of the Black Grouse. In: *The Impacts of Skiing and Related Winter Recreational Activities on Mountain Environments* (eds C. Rixen & A. Rolando), S. 137–154. Bentham eBooks, Bussum.
- [288] www.sac-cas.ch/service/medien/medien-aktuell-detail.html?tx_ttnews%5Btt_news%5D=2089642 (abgerufen am 2.3.2014).
- [289] Bundesamt für Statistik (2013): Die Bodennutzung in der Schweiz. Resultate der Arealstatistik. Bundesamt

- für Statistik, Neuchâtel.
- [290] Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt (Hrsg.) (2011): Unbekannte Schätze vor der Haustür – Ergebnisse des Naturinventars im Kanton Basel-Stadt. Schlussbericht zum Inventar der schutzwürdigen Naturobjekte im Kanton Basel-Stadt, Basel.
- [291] Gloor S. et al. (2010): BiodiverCity: Biodiversität im Siedlungsraum. Zusammenfassung. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- [292] Koordinationsstelle Biodiversitäts-Monitoring Schweiz (2009): Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Ergebnisse des Biodiversitäts-Monitorings Schweiz (BDM) im Überblick. Stand: Mai 2009. Umwelt-Zustand Nr. 0911. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [293] Baur B. et al. (2008): Vielfalt zwischen den Gehegen: wildlebende Tiere und Pflanzen im Zoo Basel. Monographien der Entomologischen Gesellschaft Basel.
- [294] Mombrial F. et al. (2013): Flore en Ville – Sites et espèces d'intérêt en Ville de Genève. Hors-Série No 15. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- [295] Landolt E. (2001): Flora der Stadt Zürich. Birkhäuser Verlag, Basel.
- [296] www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/gsz/natuerliche_vielfalt/biodiversitaet.secure.html (abgerufen am 11.4.2014).
- [297] L'Hermine, Bulletin de la Société zoologique de Genève
- [298] Hofer U. (1991): Die Reptilien des Kantons Bern. Sonderdruck aus den Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern. Haupt Verlag, Bern.
- [299] Baur B. (Red.) (2000): Erholung und Natur im St. Johannis-Park. Baudepartement Basel-Stadt (Hrsg.), Basel.
- [300] Bundesamt für Umwelt (2011): Liste der Nationalen Prioritären Arten. Arten mit nationaler Priorität für die Erhaltung und Förderung, Stand 2010. Umwelt-Vollzug 1103. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [301] Landolt E. (2001): Orchideen-Wiesen in Wollishofen (Zürich) – ein erstaunliches Relikt aus dem Anfang des 20. Jahrhunderts. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 146/2–3, 41–51.
- [302] Brenneisen S. (2003): Natur über der Stadt. HOTSPOT 8, 8–9.
- [303] Braaker S. (2012): Habitat Connectivity in an urban ecosystem. Dissertation ETH Zürich.
- [304] Datenbank Koordinationsstelle Ost für Fledermausschutz KOF.
- [305] Davies L. et al. (2011): Urban. S. 361–410. UK National Ecosystem Assessment: Technical Report.
- [306] Obrist M. K. et al. (2012): Biodiversität in der Stadt – für Mensch und Natur. Merkblatt für die Praxis 48, 1–12. Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf.
- [307] Sattler T. et al. (2010): Response of arthropod species richness and functional groups to urban habitat structure and management. Landscape Ecology 25, 941–954.
- [308] Koordinationsstelle Biodiversitäts-Monitoring Schweiz (2009): Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Ergebnisse des Biodiversitäts-Monitorings Schweiz (BDM) im Überblick. Stand: Mai 2009. Umwelt-Zustand Nr. 0911. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [309] Sattler T. et al. (2010): BiodiverCity: Biodiversität im Siedlungsraum. Zusatzauswertungen Modul B1. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- [310] Lambelet-Haueter C. et al. (2010): Siedlungsentwicklung. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [311] Lambelet-Haueter C. et al. (2010): Siedlungsentwicklung. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [312] Pattaroni L. et al. (2010): Nachhaltiger städtischer Lebensraum für Familien mit Kindern. Collage. Zeitschrift für Planung, Umwelt und Städtebau 4.
- [313] Gloor S. et al. (2010): BiodiverCity: Biodiversität im Siedlungsraum. Zusammenfassung. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- [314] ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (2010): Wert und Nutzen von Grünräumen. Bericht im Auftrag der Vereinigung Schweizerischer Stadtgärtnereien und Gartenbauämter VSSG.
- [315] Lambelet-Haueter C. et al. (2010): Siedlungsentwicklung. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [316] Lambelet-Haueter C. et al. (2010): Siedlungsentwicklung. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [317] Bundesamt für Statistik (2013): Die Bodennutzung in der Schweiz. Resultate der Arealstatistik. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- [318] Bundesamt für Raumentwicklung (2005): Externe Kosten des Verkehrs im Bereich Natur und Landschaft. Monetarisierung der Verluste und Fragmentierung von Habitaten. UVEK, Bern.
- [319] Bundesamt für Statistik (2013): Die Bodennutzung in der Schweiz. Resultate der Arealstatistik. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- [320] Loss S.R. et al. (2013): The impact of free-ranging domestic cats on wildlife of the United States. Nature Communications 4. DOI:10.1038/ncomms2380.
- [321] Lambelet-Haueter C. et al. (2010): Siedlungsentwicklung. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [322] Roth U. et al. (2010): Zustand der Landschaft in der Schweiz. Zwischenbericht Landschaftsbeobachtung Schweiz (LABES). Umwelt-Zustand 1010. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [323] Eisenbeis G., Hassel F. (2000): Zur Anziehung nachtaktiver Insekten durch Strassenlaternen – eine Studie kommunaler Beleuchtungseinrichtungen in der Agrarlandschaft Rheinhessens. Natur und Landschaft 75, 145–156.
- [324] Scheibe M.A. (2003): Über den Einfluss von Strassenbeleuchtung auf aquatische Insekten. Natur und Landschaft 78, 264–267.
- [325] Schweizerischen Vogelwarte Sempach, Schweizer Vogelschutz SVS – BirdLife Schweiz (2003): Vogelkiller Glas. Tipps zum Vogelschutz.
- [326] Koordinationsstelle Biodiversitäts-Monitoring Schweiz (2009): Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Ergebnisse des Biodiversitäts-Monitorings Schweiz (BDM) im Überblick. Stand: Mai 2009. Umwelt-Zustand Nr. 0911. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [327] Neue Zahlen des BDM (2014), Indikator Z9: www.bdm.admin.ch

- biodiversitymonitoring.ch/de/daten/indikatoren/z/z9.html (abgerufen am 14.11.2014).
- [328] Keller V. et al. (2014): Swiss Bird Index SBI ®: Update 2013. Faktenblatt. Faktenblatt. Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- [329] www.artenfoerderung-voegel.ch/mehlschwalbe.html (abgerufen am 21.2.2015).
- [330] Koordinationsstelle Biodiversitäts-Monitoring Schweiz (2009): Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Ergebnisse des Biodiversitäts-Monitorings Schweiz (BDM) im Überblick. Stand: Mai 2009. Umwelt-Zustand Nr. 0911. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [331] Carle G., Tanner K.M. (2000): Zum Wert der unverbauten Bauzone aus der Sicht des Naturschutzes. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 3/2000, 126–130.
- [332] Kozłowski G., Bétrisey S. (2014): Wasserpflanzen und Urbanisierung. Eine Fallstudie über den Lebensraumverlust und die Verarmung der Wasserpflanzenvielfalt in den Städten des 20. Jahrhunderts. info flora plus, Ausgabe 2014, S. 20–22.
- [333] Durrer H. et al. (1994): Natur im Garten. Verlag Medizinische Biologie, Basel.
- [334] Kessler-Index 2010. www.ag.ch/media/kanton_aargau/bvu/dokumente_2/umwelt_natur_land-schaft/naturschutz_1/biodiversitaet_1/54217_faltblatt_kessler-index_2010.pdf.
- [335] Rusterholz H. (2003): Die Rolle extensiv gepflegter städtischer Grünflächen zur Erhaltung bedrohter Pflanzenarten: Der St. Johannis-Park in Basel. Bauhinia 17.
- [336] Grün Stadt Zürich (Hrsg.) (2006): Das Grünbuch der Stadt Zürich.
- [337] Gonseth Y. (1992): La faune des Lépidoptères diurnes (Rhopalocera) des talus routiers et ferroviaires du Jura neuchâtelois. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 65, 413–430.
- [338] Saarinen K. et al. (2005): Butterflies and diurnal moths along road verges: does road type affect diversity and abundance? Biological Conservation 123, 403–412.
- [339] Brenneisen S. (2008): Green roofs in Basel – From Pilot to Mainstream. Sixth International Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, 30. April – 2. Mai 2008.
- [340] Brenneisen S. (1999): Das bessere Flachdach. Der Gartenbau 43, 10–12.
- [341] Greulich F. (2014): Plan d'action Canton de Genève: *Herniaria glabra*, *Herniaria hirsuta*. CJBG – DGNP (im Druck).
- [342] www.naturundwirtschaft.ch (abgerufen am 11.4.2014)
- [343] Frei K. (2013): Förderung naturnaher Grünflächengestaltung und -pflege im Siedlungsraum. Grundlagenarbeit für die Strategie «Verdoppelung der naturnahen Siedlungsflächen in der Schweiz bis 2020». Bachelorarbeit, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW.
- [344] Krummenacher E. (1996): Naturnahe Grünflächen entlasten das Budget. Kommunalmagazin, 26–30.
- [345] Aufwanderfassungen KOF/CCO.
- [346] Lambelet-Haueter C. et al. (2010): Siedlungsentwicklung. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [347] www.stadt-zuerich.ch/biodiversitaet.secure.html (abgerufen am 11.4.2014)
- [348] Schemel H.-J. et al. (2005): Naturerfahrungsräume im besiedelten Bereich. Naturschutz und Landschaftsplanung 37, 5–14.
- [349] Guntern J. et al. (2013): Flächenbedarf für die Erhaltung der Biodiversität und der Ökosystemleistungen in der Schweiz. Forum Biodiversität Schweiz der Akademie der Naturwissenschaften SCNAT, Bern.
- [350] Butchart S.H.M. et al. (2010): Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. Science 328, 1164–68.
- [351] Millennium Ecosystem Assessment (2005): Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington DC: Island Press.
- [352] Laurance W. F. (2007): Have we overstated the tropical biodiversity crisis? Trends in Ecology and Evolution 22, 65–70.
- [353] Laurance W.F. et al. (2012): Averting biodiversity collapse in tropical forest protected areas. Nature 489, 290–294.
- [354] Leadley P. et al. (2010): Biodiversity Scenarios: Projections of 21st Century Change in Biodiversity and Associated Ecosystem Services. Page 132. Technical Series no. 50. Montreal.
- [355] De Vos J.M. et al. (2014): Estimating the Normal Background Rate of Species Extinction. Conservation Biology. DOI:10.1111/cobi.12380.
- [356] WWF (2014): Living Planet Report 2014. WWF International, Gland, Switzerland.
- [357] Van Swaay C. et al. (2010): The European Butterfly Indicator for Grassland species 1990–2009. Report VS2010.010, De Vlinderstichting, Wageningen.
- [358] Lenzen M. (2012): International trade drives biodiversity threats in developing nations. Nature 486, 109–12.
- [359] Bundesamt für Statistik: www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/21/03/01.html (abgerufen am 25.4.2014)
- [360] Frischknecht R. et al. (2014): Entwicklung der weltweiten Umweltauswirkungen der Schweiz. Umweltbelastung von Konsum und Produktion von 1996 bis 2011. Umwelt-Wissen Nr. 1413. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [361] Lenzen M. (2012): International trade drives biodiversity threats in developing nations. Nature 486, 109–12.
- [362] Schmidt C.R. (2010): Zuchtprogramme – ein Meilenstein der Tiergartenbiologie. In: Dollinger P. (Hrsg.): Die Rolle der Zoos für die Erhaltung der Biodiversität. Verhandlungsbericht des IV. Rigi-Symposiums, Goldau-Rigi, 28.–30. Januar 2010. S. 51–54. Zoo Office Bern.
- [363] Dollinger P., Geser S. (2005): Beteiligung schweizerischer Zoos an Freilassungsprojekten. In: Dollinger P. (Hrsg.): Die Bedeutung der Zoos für den Naturschutz. Verhandlungsbericht Rigi-Symposium, Goldau-Rigi, 17. – 19. Februar 2005. S. 83–85.
- [364] www.botanischergarten.ch/boga/ueber_uns/arten-schutz.html (abgerufen am 8.9.2014)
- [365] Brook B.W. et al. (2008): Synergies among extinction drivers under global change. Trends in Ecology & Evolution 23, 453–60.
- [366] Bundesamt für Statistik (2013): Die Bodennutzung in der Schweiz. Resultate der Arealstatistik. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel.
- [367] Bundesamt für Umwelt (2014): Grundlagenpapier zur

- Stickstoffproblematik. Luft, Boden, Wasser, Biodiversität und Klima. Interner Bericht.
- [368] Bundesamt für Umwelt, Bundesamt für Landwirtschaft (2008): Umweltziele Landwirtschaft. Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen. Umwelt-Wissen Nr. 0820. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [369] European Environment Agency (2013): The European Grassland Butterfly Indicator: 1990–2011. EEA Technical report No 11/2013. ISBN 978-92-9213-402-0. DOI:10.2800/89760.
- [370] Chèvre N. et al. (2006): Pestizide in Schweizer Oberflächengewässern, Wirkungsbasierte Qualitätskriterien. gwa 4/2006, 297–307.
- [371] Ismail S. et al. (2009): Kosten eines gesetzeskonformen Schutzes der Biotope von nationaler Bedeutung. Technischer Bericht. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL; Pro Natura; Forum Biodiversität, Akademie der Naturwissenschaften.
- [372] Scherber C. et al. (2010): Bottom-up effects of plant diversity on multitrophic interactions in a biodiversity experiment. *Nature* 468, 553–556.
- [373] Estes J. et al. (2011): Trophic downgrading of planet Earth. *Science* 333, 301–306.
- [374] Baur B., Nentwig W. (2010): Invasive Arten. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [375] Vittoz P. et al. (2013): Climate change impacts on biodiversity in Switzerland: A review. *Journal for Nature Conservation* 21, 154–162.
- [376] Di Giulio M. et al. (2010): Verkehr und Verkehrsinfrastruktur. In: Lachat et al. (Red.): Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt Verlag, Bern.
- [377] Oggier P. et al. (2007): Zerschneidung von Lebensräumen durch Verkehrsinfrastrukturen. COST 341. BAFU, BAV, ASTRA, ARE; Bern.
- [378] Cordillot F., Klaus G. (2011): Gefährdete Arten in der Schweiz. Synthese Rote Listen, Stand 2010. Umwelt-Zustand Nr. 1120. Bundesamt für Umwelt, Bern.
- [379] Guntern J. et al. (2013): Flächenbedarf für die Erhaltung der Biodiversität und der Ökosystemleistungen in der Schweiz. Forum Biodiversität Schweiz der Akademie der Naturwissenschaften SCNAT, Bern.
- [380] Forum Biodiversität Schweiz (Hrsg.) (2011): Das Schweizer Schutzgebietsnetz. HOTSPOT 24.
- [381] Strategie Biodiversität Schweiz vom 25. April 2012 des Bundesrates, am 24. Juli 2012 im Bundesblatt publiziert.



Herausgeber

Das Forum Biodiversität Schweiz der Akademie der Naturwissenschaften (SCNAT): Das Forum ist das wissenschaftliche Kompetenzzentrum für die biologische Vielfalt in der Schweiz. Auf Basis der besten verfügbaren Expertisen trägt das Forum zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität bei und hilft mit, die Biodiversität in allen Politik- und Gesellschaftsbereichen zu verankern. www.biodiversity.ch

Agroscope: Agroscope ist das Kompetenzzentrum des Bundes für landwirtschaftliche Forschung und ist dem Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) angegliedert. Agroscope leistet einen bedeutenden Beitrag für eine nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft sowie eine intakte Umwelt und trägt damit zur Verbesserung der Lebensqualität bei. www.agroscope.ch.

CAB International (CABI): CABI ist eine zwischenstaatliche Nonprofit-Organisation. Sie setzt sich für ein besseres Leben der Menschen ein, indem sie Informationen und wissenschaftliche Expertisen für die Lösung von Problemen in Landwirtschaft und Umwelt zur Verfügung stellt. Durch Wissenstransfer und Forschung hilft CABI, globale Herausforderungen wie den Umweltschutz anzugehen und die globale Ernährungssicherheit zu verbessern. www.cabi.org

Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève (CJB): Die CJB der Stadt Genf besitzen eines der reichhaltigsten Herbare der Welt mit 6 Millionen Belegen, eine thematische Bibliothek mit mehr als 100 000 Bänden, einen Botanischen Garten, der für 28 ha Lebenssammlungen verantwortlich ist, und schliesslich ein Institut mit Aufgaben in den Bereichen Forschung, Erkundung, Lehre und Naturschutz. www.ville-ge.ch/cjb

Eawag: Die Eawag ist ein weltweit führendes Wasserforschungsinstitut. Die Kombination von Natur-, Ingenieur- und Sozialwissenschaften erlaubt eine umfassende Erforschung des Wassers und der Gewässer. www.eawag.ch

ETH Zürich

Institut für integrative Biologie (IBZ): Das IBZ erforscht Fragen zur genetischen Diversität und Artenvielfalt bei Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen. Es untersucht die evolutionären und ökologischen Prozesse, die diese Vielfalt erzeugen und erhalten, die Reaktion von biologischen Systemen auf Umweltveränderungen steuern und die Dynamik von biologischen Invasionen und Krankheiten bestimmen. www.ibz.ethz.ch

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL): Das FiBL mit Sitz in Frick, Frankfurt und Wien ist weltweit in der agrarökologischen Forschung für eine ökologische und ressourcenschonende Landwirtschaft und Systementwicklung tätig. Der Wissenstransfer und eine direkte Praxisumsetzung werden mit einem eigenen Beratungsdienst national wie international realisiert. www.fibl.org

hepia – Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève: hepia gehört zur HES-SO\\Genf und ist ein anerkanntes Zentrum für Umweltmanagement im breiten Sinne. Die Hochschule versteht sich als Innovationszentrum in den Bereichen Raum- und Freizeitraumbewirtschaftung. Sie behauptet sich als Schweizer Zentrum für Bildung und Forschung im Bereich der Biodiversität in der Stadt sowie als anerkannte Zweigstelle für Fragen betreffend einer regionalen und konsumentennahen Landwirtschaft und den Bodenschutz. <http://hepia.hesge.ch>

HSR Hochschule für Technik Rapperswil

Institut für Landschaft und Freiraum: (ILF) Das ILF erarbeitet Werkzeuge sowie Lösungen im Bereich Natur und Landschaft und unterstützt dabei Akteurinnen und Akteure in Verwaltung, Wirtschaft und Politik möglichst praxisnah. Schwerpunkte sind die Entwicklung von Strategien, Konzepten und Massnahmen in den Bereichen Parks, Landschaftsentwicklungsprojekte, naturnaher Tourismus, Erholungs- und Freiräume sowie Revitalisierung von Gewässern. www.ilf.hsr.ch

Info Species

Info Species, der Verbund der Schweizer Datenzentren für Fauna, Flora und Kryptogamen, vereinigt die Referenzdatenbanken des Bundes. Die einzelnen Datenzentren sammeln, verwalten und veröffentlichen Informationen über die Verbreitung und Ökologie ihrer Organismengruppen in der Schweiz und liefern damit die Grundlagen für die Erarbeitung von Roten Listen, für Monitoringprogramme, für Umweltverträglichkeitsprüfungen sowie für Artenförderungs-, Revitalisierungs- und Vernetzungsprojekte. Ausserdem bieten sie fachliche Unterstützung und Beratung zum Schutz von einheimischen Tieren, Pflanzen und Pilzen. www.infospecies.ch

CSCF – Info Fauna: Centre Suisse de Cartographie de la Faune. www.cscf.ch

Info Flora: Nationales Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flora. www.infoflora.ch

karch: Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz. www.karch.ch

KOF & CCO: Schweizerische Koordinationsstelle für Fledermausschutz Ost und West. www.fledermausschutz.ch, www.ville-ge.ch/mhng/cco/

NISM: Datenzentrum Moose Schweiz. www.nism.uzh.ch

SwissFungi: Nationales Daten- und Informationszentrum der Schweizer Pilze. www.swissfungi.ch

SwissLichens: Nationales Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flechten. www.swisslichens.ch

Schweizerische Vogelwarte Sempach: Die Vogelwarte setzt sich für die Erforschung und den Schutz der wildlebenden Vögel ein. Sie überwacht und beurteilt die Entwicklung der Vogelwelt in der Schweiz und erarbeitet fachliche Grundlagen für die Förderung der Vögel sowie für die Verbesserung ihrer Lebensräume. www.vogelwarte.ch

ProSpecieRara: ProSpecieRara engagiert sich für die Erhaltung der Vielfalt von Kulturpflanzen und Nutztieren in der Schweiz. Zusammen mit einem Netzwerk von ehrenamtlichen Züchtern und Sortenbetreuern bewahrt die Stiftung 1400 Garten- und Ackerpflanzen, 400 Beerensorten, 1800 Obstsorten, 300 Zierpflanzenarten und 29 Nutztierassen vor dem Aussterben. www.prospecierara.ch

Universität Basel

Natur-, Landschafts- und Umweltschutz (NLU): Die Forschungsgruppe am NLU untersucht komplexe Wechselwirkungen zwischen Umwelt und Mensch, insbesondere den Einfluss von invasiven Arten auf einheimische Arten und Effekte von Lebensraumveränderungen auf die Biodiversität. www.conservation.unibas.ch

Botanisches Institut: Die Forschungsgruppe am Botanischen Institut hat Schwerpunkte in der ökosystemaren CO₂-Forschung, der alpinen Ökologie und der Forstökologie, insbesondere der Erklärung von Verbreitungsgrenzen von Bäumen. <https://botanik.unibas.ch>

Universität Bern

Institut für Pflanzenwissenschaften (IPS): Das Institut für Pflanzenwissenschaften macht Forschung in den Bereichen Entwicklung, molekulare Physiologie, Ernährung und Ökologie von Pflanzen sowie Vegetationsökologie und Paläo-Ökologie. Wichtige Anwendungen sind in der Landwirtschaft, im Naturschutz und im Zusammenhang mit dem Klimawandel zu finden. www.ips.unibe.ch

Institut für Ökologie und Evolution (IEE): Die Abteilung «Conservation Biology» des IEE untersucht die wichtigsten Mechanismen, welche für die Degradation von Ökosystemen und den Rückgang von bedrohten Arten verantwortlich sind. Das Hauptziel ist es, wissenschaftlich fundierte Massnahmen vorzuschlagen, um den Verlust von Biodiversität zu stoppen und Ökosysteme und Populationen wieder herzustellen. www.iee.unibe.ch

Botanischer Garten Bern: Der Botanische Garten der Universität Bern vermittelt die Vielfalt der Pflanzen und ihre Bedeutung für den Menschen und trägt zu ihrer Erhaltung und Erforschung bei. www.botanischergarten.ch

Universität Freiburg

Ökologie und Evolution: In der Einheit Ökologie und Evolution des Departements Biologie an der Universität Freiburg werden Lehre und Forschung in organischer Biologie, insbesondere Ökologie und Evolution, gefördert. Aktuelle Forschungsschwerpunkte sind u.a. Naturschutzbiologie, invasive

Arten, Agrarökologie, Interaktionen zwischen Parasit und Wirt, Evolution in fragmentierten Habitaten und Populationsgenetik. www.unifr.ch/ecology/

Universität Lausanne

Département d'écologie et évolution (DEE). Das DEE untersucht einerseits die evolutiven Prozesse, welche die Entwicklung und die Aufrechterhaltung der biologischen Vielfalt erlaubt haben, andererseits wie sich heutige und zukünftige globale Umweltveränderungen auf die Arten und Ökosysteme auswirken könnten. www.unil.ch/dee

Institut des dynamiques de la surface terrestre (IDYST): Das IDYST untersucht insbesondere die Umweltprozesse, die sich an der Erdoberfläche abspielen. Dabei werden unterschiedliche, sich ergänzende Ansätze integriert, indem Biologie, Hydrologie, Bodenkunde, Geomorphologie und Kryologie kombiniert und so die Ökosysteme in ihrer Ganzheit betrachtet werden. www.unil.ch/idyst

Universität Neuchâtel

Institut für Biologie: Das Institut für Biologie deckt die verschiedenen Bereiche der Biologie ab und untersucht insbesondere die Diversität und Ökologie der verschiedenen Organismengruppen wie Bakterien, Pilze, Protisten, Pflanzen und Insekten. www2.unine.ch/biol

Universität Zürich

Institut für Evolutionsbiologie und Umweltwissenschaften: Die Forschung am Institut für Evolutionsbiologie und Umweltwissenschaften hat zum Ziel, das wissenschaftliche Verständnis über lebende Organismen und ihre Wechselwirkungen mit der Umwelt zu vertiefen. www.ieu.uzh.ch/index_de.html

Institut für Systematische Botanik: Am Institut für Systematische Botanik werden die Prozesse und Muster der Pflanzenevolution, der Beziehungen zwischen Arten und die vielfältige menschliche Nutzung von Pflanzen erforscht und die Erkenntnisse zugänglich gemacht. Das Ziel ist es, ein tieferes Verständnis für die Pflanzendiversität zu schaffen und so

die Einsicht zu fördern, dass diese Diversität unseren Schutz braucht. www.systbot.uzh.ch

Verband der naturwissenschaftlichen Museen und naturwissenschaftlichen Sammlungen der Schweiz und Liechtensteins:

Der Verband bezweckt die Interessenvertretung der naturwissenschaftlichen Museen der Schweiz gegenüber dem Verband Museen Schweiz (VMS), der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften (SCNAT), dem Bund und in der Öffentlichkeit. Der Verband ist politisch unabhängig und konfessionell neutral.

zooschweiz: zooschweiz ist der Verein wissenschaftlich geleiteter zoologischer Gärten in der Schweiz. Als Teil der Welt-Zoo und Aquarium-Naturschutzstrategie helfen diese Zoos mit, die global noch existierenden natürlichen Lebensräume mit ihren Tieren und Pflanzen zu schützen und zu erhalten. Mit verschiedenen Partnern führen sie Artenförderungsprojekte durch – auch in der Schweiz. www.zoos.ch

Fotonachweise



Umschlagseiten 1 und 4
Auenwald
Foto Michel Roggo Photography



Umschlagseite 2
Himmelblaue Bläulinge
Foto Beat Schaffner



Seite 4
Beringung Waldkäuze
Foto Beat Schaffner



Seite 6
Schilfgürtel am Zugersee
Foto Reportair



Seite 8
Mohn mit Bestäuber
Foto Beat Schaffner



Seite 10
Siebenschläfer
Foto Beat Schaffner



Seite 12
Blattkäfer
Foto Beat Schaffner



Seite 14
Biologisch vielfältiges Binntal
Foto Beat Schaffner



Seite 17
Grasfrösche beim Laichen
Foto Beat Schaffner



Seite 19
Maggia-Mündung
Foto Reportair



Seite 23
Groppe
Foto Michel Roggo Photography



Seite 25
Moorlandschaft Zugerberg
Foto Reportair



Seite 27
Beeinträchtigtes Hochmoor, Les Ponts-de-Martel
Foto Beat Ernst, Basel



Seite 31
Sonnentau
Foto Albert Krebs



Seite 33
Vielfältige Juralandschaft
Foto Beat Schaffner



Seite 35
Agrarlandschaft
Foto Markus Jenny



Seite 43
Spinnennetze im Wald
Foto Beat Schaffner



Seite 45
Plenterwald
Foto Markus Bolliger



Seite 49
Türkenbund
Foto Beat Schaffner



Seite 51
Val Roseg, Engadin
Foto Gregor Klaus



Seite 53
Funpark Alpen
Foto Gregor Klaus



Seite 57
Schneehuhn
Foto Rolf Kunz



Seite 59
Stadtnatur
Foto Gregor Klaus



Seite 61
Dynamik im Siedlungsraum
Foto Beat Schaffner



Seite 65
Mauersegler
Foto Beat Schaffner



Seite 66
Soja statt Regenwald
Foto Shutterstock



Seite 68
Gülleausbringung
Foto Beat Schaffner



Seite 70
Faszination Natur
Foto Gregor Klaus



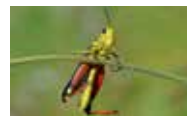
Seite 72
Bundeshaus, Bern
Foto Reportair



Seite 76
Herbst im Jura
Foto Beat Schaffner



Seite 88
Veränderliche Krabbenspinne
Foto Beat Schaffner



Umschlagseite 3
Grosse Höckerschrecke
Foto Beat Schaffner





Wie steht es um die Biodiversität in der Schweiz?

43 Fachexpertinnen und Fachexperten haben die neusten Informationen zum Zustand und zur Entwicklung der Biodiversität in der Schweiz zusammengetragen. Die Daten zeigen, dass die Anstrengungen der letzten Jahrzehnte für die Erhaltung der biologischen Vielfalt zwar Wirkung erzielt haben; diese an sich erfreuliche Entwicklung konnte aber mit den anhaltenden oder gar weiter zunehmenden Bedrohungen nicht Schritt halten. Insgesamt geht die Biodiversität deshalb weiter zurück.

Die Sachverständigen kommen zum Schluss, dass der Handlungsbedarf in allen Politikbereichen gross ist. Die wirkungsvollen Massnahmen sind bekannt; Politik und Gesellschaft haben es nun in der Hand, die richtigen Entscheidungen zu treffen und damit das Wohlergehen auch für die nächsten Generationen zu sichern.

Herausgeber dieser umfassenden Analyse sind 35 wissenschaftliche Institutionen aus der ganzen Schweiz.

Der Bericht ist auf Deutsch und Französisch erhältlich.



9 783033 049840